

地貌学基本問題

K.K. 馬尔科夫著

地質出版社





**МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М. В. ЛОМОНОСОВА
Научно-исследовательский институт географии**

Проф. К. К. МАРКОВ

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ

**Под редакцией заслуженного деятеля науки
проф. Я. С. ЭДЕЛЬШТЕЙНА**

ОГИЗ

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1948**

57.15
447

地貌学基本問題

K. K. 馬尔科夫 著

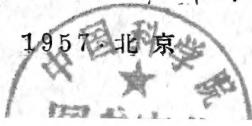
陸恩澤 楊郁華 譯

韓慕康 江美球 校



地质出版社

1957 北京



中科院植物所图书馆



S0013622

这本书作者不是为彙报而編著的，而是为了研究，所以全書的材料都是接着作者認為屬地貌學基本問題內容的一些問題的闡述而安排的，全書共分六篇。各篇的內容如下：一、地貌學的發展与民族及國家發展的政治形式、經濟形式的一般演化的关系，二、地貌學的研究範圍，三、地貌學的研究方法，四、研究地表地形的發展对了解地形年齡和地形發展等概念，以及了解地形年齡研究方法和研究地形發展規律的必要性，五、現代地貌學理論原理的研討在解决國民經濟任務中的意義，六、苏联近年來在研究地貌學方面的成就。

本書可供地理系、地質系师生，地理、地質技術人員和研究人員参考用。

本書前五篇由陸恩澤同志翻譯，第六篇由楊郁華同志翻譯。負責校訂本書的是北京大学地質地理系地貌教研室。其中，韓慕康同志校訂了第一篇、第二篇的后半篇和第三篇，江美球同志校訂了第二篇的前半篇、第四篇、第五篇和第六篇。潘德揚同志和教研室主任王乃樸同志对本書中的一些專門名詞的譯名作了訂正。最后由韓慕康同志審訂了全書的譯稿。

地貌學基本問題

著 者 K. K. 馬 尔 科 夫
譯 者 陸 恩 澤 楊 郁 華
校 訂 者 韓 慕 康 江 美 球
出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号
北京市書刊出版業營業許可證出字第050号

發 行 者 新 華 書 店
印 刷 者 地 質 印 刷 厂

北京廣安門內教子胡同甲32号

編輯：周 复 技術編輯：張華元 校對：馬志正
印数(京)1—9,100册 1957年4月北京第1版
开本31"43"1/25 1957年4月第1次印刷
字数290,000字 印張137/25
定价(10)1.70元

“宇宙中最巨大之天体、星球、以至于恒星均在变化中，彼等或消逝于太空，或重现于天际；当此之时，吾人于論述渺小地球中之極小部分——山岳（在吾人眼中为龐然大物）——之际能否断定其独能免于变化？

……据此，吾人毋庸疑慮即可斷定地表之体态及其形狀……今日之地表体态形狀并非自古即然，而系因时而異者。吾人此論并非徒然，茲所論者不僅將使嗜此者進而深思，抑且將能昭示吾人以我等作息其間之全人类家之体态与構造；茲所論者并將予吾人以教范，昭示吾人以探索其中无限富源之秘訣与知識。”

（M. B. 罗蒙諾索夫“地層論”1763年）

目 錄

序言	9
----------	---

第一篇 緒 論

第一章 緒言	11
地貌學的內容	12
第二章 國外地貌學的發展	17
國外文獻中的地貌學歷史。美國的地貌學。中歐各國的地貌學。法 國的地貌學。本世紀第25—50年間國外地貌學的衰退	17—22
第三章 俄國的地貌學	24
發展的一般條件。M.B.羅蒙諾索夫。П.П.謝苗諾夫-天山斯 基。П.А.克魯泡特金。В.В.道庫恰耶夫。И.В.穆什凱托夫 A.П.卡爾賓斯基。С.Н.尼基京。A.П.巴甫洛夫。結論	24—48

第二篇 內力因素在地形形成中的作用

第四章 星體地貌學的幾個問題	51
地球是橢球體。牛頓和惠根斯的觀念。旋轉速度與地形。地軸 的位置與地球的地形。地球是地球體	51—61
第五章 地球外形的基本輪廓	64
1.大陸與海洋。地形測量方面的大陸和海洋。地貌學上的大陸 與海洋。大地均衡因素在地貌學上的意義。重力異常在地貌 學上的意義。實例。海洋底部的構造特徵。大陸和海洋的形 成。結論	65—95
2.大陸地形的基本輪廓。垂直(升降)運動。水平(褶皺)運動。 地貌過程中的岩漿運動。大褶皺。兩種地形形成假說的 比較。戴維斯對休斯的反對意見。上部地貌階梯。地球上的 地形與地質構造	96—117
3.地貌分類與分區的要素	122

第三篇 地貌準面

第六章 外因作用的一般評價與地貌準面	128
數量的評價。地貌準面	128—130
第七章 海蝕-堆積準面	132

1. 水盆水准面与地球上地形的变化。水动型水准面变动。容量变动。反映型水准面变动。作为地壳表面运动指标的古海岸綫。陸台型与地槽型古海岸綫。兩個基本因素——海面升降与陸地升降——的結合。水盆的类型.....	132—150
2. 海蝕—堆積水准面。A. П. 卡爾宾斯基与李希霍芬的觀念。在侵蝕學說盛行年代中的海蝕學說。形成水下海岸台地剖面的机理。水下海岸台地底部的均衡縱剖面。濱岸水下平原的規模。海蝕—堆積水准面及地壳运动	154—165
3. 結論	166
第八章 剝蝕水准面	167
1. 河流縱剖面。問題的歷史。基本概念。侵蝕基准。苏联学者的工作。C. П. 約凡諾維奇的概念。河床作用与河流剖面。結論.....	167—188
2. 剝蝕水准面。歷史的探討。平原的类型。波罗的結晶地盾类平原。俄罗斯平原。山地剥蝕面。原始殘余面和終極殘余面。剥蝕水准面的变形类型。剥蝕水准面众多性的問題。剥蝕水准面的描繪.....	189—205
第九章 雪綫水准面	206
雪綫与雪圈。决定雪綫水准面位置的因素。雪綫与地壳升降运动.....	207—214
第十章 上部剥蝕水准面与山頂面	219
阿·彭克的上部剥蝕水准面。对阿·彭克觀点的批判。山頂面。	
結論.....	219—227

第四篇 地形的發展

第十一章 地形的年齡	230
1. 地形年齡是什么？美國地理学派所理解的地形年齡。地形的絕對年齡.....	230—233
2. 定形地形。定形于風化壳之下的地形。土壤法在現代地貌學中的意義.....	233—237
3. 确定地形年齡的方法。堆積地形（相过渡法；年界法）。剥蝕地形（年界法；相关沉積法）.....	243—247
第十二章 地形的發展	256
1. 实例。波罗的結晶地盾。志留高原。蒂曼。日古利高地。中俄罗斯高地。德聶伯中部低地。貝加尔湖沿岸。結論.....	256—262

2. 地形發展的基本問題。承襲性。方向性与循环性。关于所謂
大陸与海洋的永恒性。关于地形演化的現代階段的問題 263—272

第五篇 地貌学的基本問題与 苏联的國民經濟

地貌学与苏联重工业原料基地擴充的关系。地貌学与研究动力
基地的关系。地貌学与農業進一步合理化的关系。地貌学与苏
联制圖工作方面的关系 276--295

第六篇 結束語

戴維斯的學說。瓦·彭克的學說。*作者的几个基本見解 302—312
参考文献 319

序　　言

本書讀者應注意的問題提綱如下：

1. 和所有的真正的科學一樣，地貌學的發展是和民族及國家發展的政治形式、經濟形式的一般演化有着密切關係的。世界史的主要階段，諸如：文藝復興時期，法國的資產階級革命，美國國土的開發，十九世紀末到二十世紀初資本主義國家間的經濟危機及其矛盾的尖銳化，偉大的十月社會主義革命等——都曾在地貌科學的形成這一方面加上了明顯的烙印（見本書第一篇）。

2. 地貌學的研究範圍在過去會被學者人为地縮小。地貌學不僅是研究地球表面微小形態的科學，並且也是研究地球表面巨大形態——研究整個地球的形態（星體地貌學），整個大陸與海洋的形態，個別大陸與海洋表面的基本形態等——的科學。

對以上各問題的闡述是普通地貌學內容中的一部分，這種闡述只有在以天文物理學、地球物理學、地球化學與大地構造學等的資料把地貌學武裝起來之後才能做到。

本書第二篇的內容是這個問題提綱的發展。

3. 地貌學的基本方法是研究地貌水準面。地貌水準面的研究是考察形成地表形態的內外力相互作用——地貌科學主要內容的途徑。書中確定了“地貌水準面”的概念並且敘述了四種主要地貌水準面的特徵（見本書第三篇）。

4. 地球表面的形態只能在它們的發展中認識到。研究地表地形的發展，必須了解諸如地形的年齡與地形的發展等概念，了解地形年齡的研究方法，此外還需要研究地球上地形的發展規律（見本書第四篇）。

5. 現代地貌學理論原理的研討應當有助于巨大的國民經濟任務的

解决，譬如：重工业原料基地的研究，动力资源的研究，对于保持我国土地富源的合理化方法的研究，苏联领土上的制图工作等（见本书第五篇）。

6. 过去曾占统治地位的两种外国地貌学观念——戴维斯与瓦·彭克的观念——已经不能适应摆在现代地貌学面前的任务的水平。苏联所进行的研究已经积累了足以建立占统治地位的观念的资料；作者对于这个问题的见解见于本书第六篇，也就是最后一篇。

本书的主要内容就是这样。由此可见，它并不是为彙报而编著的，而是为了研究。读者在本书中所能见到的只是作者认为属地貌学基本问题内容的一些问题的阐述。所有的材料都按着这个想法安排的，就是参考文献的目录也是如此。读者在看过这些参考文献目录之后，会更确信苏联学者在理论地貌学方面的巨大贡献。

为阐述地貌学问题而著的本书尚系首次出版，一定难免会使学者产生很多意见，请将意见与批评寄往莫斯科市第九区莫霍瓦娅街11号列宁勋章获得者国立莫斯科罗蒙诺索夫大学地理研究所，作者将欣然接受。

作者谨对曾经担任本书原稿审校工作并曾给以宝贵指示的功勋科学工作者Я. С. 爱傑尔什捷因教授，曾经给作者以宝贵指示的 Н. И. 尼古拉耶夫教授，以及编辑本书的 В. С. 沃蓮斯卡娅同志表示深切的谢意。

1947年2月于莫斯科

第一篇 緒論

第一章 緒言

這本書是以我在1945年春天及1946年秋天對國立莫斯科羅蒙諾索夫大學地理系學生及研究生所作的演講的講稿內容為基礎寫成的。

我打算簡短地論述地貌學的基本問題，及其在理論和方法上的迫切任務。

在我看來，現在有種種緣由來迫切地要求提出這些問題。尤其是為了我國青年地貌學者們在未來的工作上的勝利。

在我開始講課時，B. I. 維爾納茨基院士逝世前所著的很快就為大家所了解的文章才出版不久。在這篇文章中，抽象理論概念的著者——B. I. 維爾納茨基談述了我們祖國所蒙受的巨大變動怎樣地改變了他的科學宇宙觀和他的科學工作方向。第一次世界大戰及其所引起的軍用礦物原料的極度缺乏，使得 B. I. 維爾納茨基注意到如何去解決這樣迫切的實際任務。過去附屬於科學院的俄羅斯自然生產力研究委員會就是在他的組織與領導下成立的。

我們也必須提出這樣的問題，地貌學能給我國哪些無論在理論方面和實際方面都真正有價值的東西？

從第一個問題又引出第二個問題來，就是，地貌學在偉大的衛國戰爭中有什么貢獻？

從一方面看來，我們知道，在偉大的衛國戰爭中，地質學系統內的地貌學在國民經濟方面曾經獲得重要的成果，特別是在烏拉爾地區，在 Я. C. 爰傑爾什捷因教授的廣泛組織下所進行的研究，成績更為顯著；另外，在其他很多地方也都獲得了很大的成績。

從另外一方面來說，作為地理科學的地貌學在戰爭開始以後甚至失掉了自己的立足點，這點是有其理論上的表現的：地貌學好象已經

成为主要的地理学課程以外的东西了。故在某些大學里，在过去主要以自己的地貌學派別著稱的地理系中，也不得不來證明這門科學的發展的必要了。這些變化可能已引起了地理學派地貌學者們的不安。這是需要我們注意地貌學現況的第二個原因。

試看一下蘇聯在戰前時代中，也就是說在將近四分之一世紀的時間里，地貌學是如何發展的。我們可以看到這門科學的蓬勃發展，它几乎稱霸於自然地理學中。討論各種不同的、或多或少是局部性問題的大量文章充滿了我們地理雜誌的篇幅，產生了許多種觀點。而同時我們也可以看到，一般理論性和系統性的巨著却很少，但是著名的Я.С.愛傑爾什捷因和И.С.舒金的教科書另外，那些書都具有巨大的普遍的教育意義。在四分之一世紀的期間，從事多方面地分析我們這一門科學的本質，分析它的一般理論的意義的工作實際上是很少的。地貌學的地位對我們來說，還不如與其相近的學科——第四紀地質學（或者，我叫它為第四紀古地理學）——那樣顯明。

這是迫使我們研究這個問題的第三個原因。在我們面前，有着和我們的學科相鄰近的學科——地質學——的良好範例，並且我們可以用本書前面作為題詞的偉大的羅蒙諾索夫的話作為口號。

對於上述各點我還想補充一些意見。近年來地理學研究者很缺乏，我個人尤其深切感到地貌學研究者的缺乏。按照近年來科學工作的情況，甚至於初學的研究者都不得不去獨立地解決重大的科學任務。而解決這些任務也就等於說去理解它們。目前，戴維斯所說的話：“對於青年大學生說俗了的忠告——去思考”，在蘇聯要比任何時期，任何地方都要適合。

地貌學的內容 我們把這本書叫做“地貌學基本問題”，是想要說些甚麼呢？地貌學是什麼呢？所謂這門科學的基本問題又是些什麼呢？

對作為一門科學的地貌學的論述，可以從蘇聯及外國的偉大地貌學者的著作中找到。關於這一方面，Я.С.愛傑爾什捷因寫道：“地貌學乃是研究並描述地球表面形態的科學。通常它指的是關於廣義的陸地表面形態的學說，其中包括島、大陸內部的水盆（海—湖與湖），以及大洋與海的沿岸帶”（1938年，第9頁）。

依照H. C. 舒金的定义：“所謂普通地貌学，乃是指关于一般的地表形态学說，而不是关于某一地段地表形态的學說”（1934年，第11頁）。

外國的偉大的地貌学者阿布列席特·彭克認為地貌学是关于“地球表面形态的發生”、“过去歷史”与“成因”的學說，或者簡單些說，——“关于地球表面形态成因的學說”。赫特納認為地貌学是“关于坚硬地壳表面的學說”，費利普松也認為它是“关于坚硬地面的學說”。最后，戴維斯寫道：“地貌学乃是对地球表面形态的解釋描述”，最新的❶（1943年）美國的“地貌学”作者諾尔曼·伊·阿·漢茨認為地貌学是“对地球上現代地形和景觀的性質与演化之分析”。

根据上面所举的关于地貌学內容的六个定义，可以得出結論：大家一致認為地貌学是研究地球表面形态的科学，自然，也包括对它們成因的研究。

但是在許多定义中地貌学常常被了解得比較狹隘。地貌学活动范围被局限于陸地，即大陸上。我們有理由來怀疑这类定义的正确性。区分海与陸的綫是与地球硬壳表面形态的形成无关的，或者僅是一部分与它有关系。从成因上來說，“陸地”是延展到海面水下的，它延展到陸棚区，也可能延展得更深些，就象我們將在后面所說的那样。所以，把地貌学的范围局限于陸地（照这个字的地理学的涵义來理解）之内——是牽強的。这样的定义不能使我們滿意。

但是，对于已形成的地貌学觀念的批評态度，还應該加強。我所指的乃是对地貌学內容的实际了解，这种了解表現于相应論著的內容中，而不是表現于本門科学任务的一般定义上。

試把地貌学中的卓越著作翻閱一下，我們就可以看到，有些著者是只局限于研究某几种地表形态，而不是研究所有地表形态的总和。就那些把地貌学的內容理解得極为广泛的人來說，这句話也是对的。譬如，阿·彭克在他的“地表形态”一文中曾經提供了許多关于地球形态的知识（虽然很簡短）。而戴維斯則与之相反，僅僅限于对地球表

❶这是按照这本书出版的时间，而不是作者編寫的时间。

面部分形态的分析。在苏联的文献中，M. A. 博哥列波夫曾強調“大形态”在地理学与地貌学中的意义，以后 A. A. 格里哥里耶夫和 A. H. 馬查洛維奇也曾同样指出过，不指出这一点來是不公正的。

常常較其他形态更引起并正在引起地貌学者注意的小地形，我权且称为第二級地形形态。

很顯然，这个定义是需要加以解釋的。

作为研究地球表面形态發展的科学的地貌学，必須研究各种不同范疇的地形形态。

1. 整个地球的形态……星体地貌学。

2. 在兩個主要力量——內力（造山运动的）与外力——相互作用影响下而發生的大陸与海洋的基本的不平整性……普通地貌学。

3. 主要是反映各种不同外力作用（河流与冰川的侵蝕与堆積，海的磨蝕与堆積作用，風的作用等）的地球表面形态……部門地貌学。

讓我們回憶一下过去的分类——把地球表面形态分为大、中、小三种类型。我們如果把这些名称应用于上列的分类中，是非常正确的。

在上列第一类中，我們应当注意作为椭球体（сферид）与地球体（геодид）的地球形态；在第二类中，我們应当注意地表面水平切割的基本輪廓——大陸区与海洋区，以及，如我們將在后面看到的，大陸与海洋內的陸台与地槽区。在这里我們还必須談到一下关于大地構造学的一些基本問題，如：地球的膨胀与收縮、岩石圈地段的水平运动、海陸起伏曲綫的特性等。最后，在第三类中，我們应当注意那些由于外力的差異及其地理特性（气候特性）而形成的地表形态特征的分析。

在我所叙述的对于地貌学內容的理解和現有手册与指南的內容間有沒有区别呢？

这是很容易想到的，这样的差異是有的。这只要把已經出版的手册与指南的目錄看一下就足夠明白了。不同之点在于：前兩类地貌学根本沒有談到，或者談得非常簡略与不充分。主要所談的是我們上邊所定义的部門地貌学。

过去对地貌学范围的局限是一些客观原因的反映。地球表面基本形态的了解仰赖于天文学、地震学、重力测量学、地球化学、大地構造学等的材料。“大形态”的地貌学只能和上述各种科学一併發展。所以，地貌学研究范围的擴展，到近几年來才有了可能。

关于这方面，在苏联地理学与地質学的文献中，可以看到初步的嘗試。屬於此类的例子有：B.A.瓦爾桑諾費耶娃所著的書（見参考文献目錄），及A.B.哈巴科夫、B.Г.邦达楚克（由于地球迴轉速度变更而形成的地表形态）以及Д.Г.潘諾夫的見解（宇宙对于地球表面形态的影响）。

然而，在純粹地貌学領域內是否已朝着这个方向走了第一步还是可怀疑的。即使有些个别的嘗試，这些嘗試也还是非常孤立无援的。为了不說空話，我可以举出美國学者恩格尔英近著中之一的地貌学为例子（1942）。他也提到“第一級地形的特征”，并且甚至还引用了在1919年就已介紹这个概念的薩利斯博爾的見解为証。但是恩格尔英并沒有比一些一般性的意見更進一步（如大陸与海洋的成对蹠式的分布，各大陸向南收縮，格林的陈腐的四面体假說等）。漢茨的最新的（1943年）美國地貌学对于上述問題談得也很膚淺。

在我說完上述的意見之后，讀者們就会明白，为什么我把这本書叫做地貌学基本問題。在这样标题之下的这本書，將包括三个部分，分別称之为：（1）星体地貌学，（2）普通地貌学，（3）部門地貌学。

前兩类地貌学是研究得最少的，在本書第二篇中有几章專討論它們。我所以把这些問題列入“地貌学基本問題”中，乃是因为它們解釋了地球形态形成的一般的規律，也是因为它們現在几乎已落在地貌学的視野之外了。

但是本書不能僅討論作为一种分类的大形态，和以它为本書的内容。因为还必須描述那些“自上而下”地構成地形的最主要的主要作用——海的磨蝕与河流侵蝕等——的特性。第三篇就討論这些作用。在这一篇里，拟定了关于地貌水准面的新概念，后者使我們能研究基本的地貌过程——內力和外力作用的相互关系。

在此之后，又發生了研究地形演化原則的問題。这是一个複雜的問題，它可以分为一系列的論題，如：确定古地形面的方法，确定地形年齡的方法，各个特出例子的分析，关于海陸永久不变說的批判，地球上地形演化的总方向。这些問題一总列入第四篇——地形的發展——中。

上列問題的研究又促使我触及地貌学基本理論問題在实用上的意義。与此有关的一些見解叙述在第五篇中。

在本書的末尾，对于戴維斯与瓦·彭克的理論觀点做了批判性的分析与評价。在俄文的著作中，这还是一个創举。

最后，本書發表了作者某些一般的意見，这些意見列入最后一篇，——第六篇里。

还有一点需要說明，這本書是为地理学参考的，所以关于地球形态發展的分析是以說明現代地形的形成为目的的。

地理学研究現代的地球上的景觀，地貌学則研究地理景觀要素之——地球表面的地形。

对于地貌学的任务还有另外一种解釋，就是地質学的解釋。不过我們后面所說的將是地理学的任务。地貌学在方法上的不同決定了地理学与地質学目标的不同。地理学研究地表面的現代形态，地質学則是研究地球的过去，研究其歷史的科学。

我們可以再重复戴維斯的話：“重要的是要这样來叙述过去發生的过程，就是要使听者們对于現代的地表形态比对于其过去所經受的改变更为注意。…当学者們列举了許多事實來說明地質構造、侵蝕過程，以及在其歷史順序中的地表形态时，結果他們就得到了一种地質的描述，同样的事實，当把它們作为更好地理解現代景觀的手段加以叙述，就又得到第一种真正的地理的描述……”①。

我們在后面可以看到：在國外，有兩位現代的学者曾同时力圖了

①W.Davis: Die erklärende Beschreibung der Landformen. 第二版，序言，第7頁，1924。

解現代的“地球面貌”，这就是地質学和地理学的偉大代表者——休斯和戴維斯；在他們中間發生爭論的时候，獲得勝利的是掌握地理學方法的戴維斯。然而，广义的地質材料和假說，——大地構造学、地球物理学、地球化学等的成就，應該是地貌学概念的基礎。本書第五章及以后几章就主要是以这些材料与假說为基礎的。在第二章及第三章中將要談到个别的地質学派对于地貌科学的建立曾作了多么大的貢献。特別是俄國的地質学者和保維爾—吉爾柏特的美國老地質学派。

关于革命前地貌学偉大奠基者創作的分析，載于本書第三章，在他們中間有些是地質学家（如穆什凱托夫，卡尔宾斯基，尼基京，巴甫洛夫），有些是地理学家（如謝苗諾夫·天山斯基，道庫恰耶夫，克魯泡特金）。

由此可見，地理学和地質学的合作保証了地貌学的成功。不过地貌学的目的可能是不同的。

第二章 國外地貌学的發展^①

國外文献中的地貌学歷史 近年來，在我國的各种科学雜志中，时常可以看到对國外地貌学的評論。

这就使我不必多談那些比較个别的問題，因而大大的減輕了我的任务。現在我只想談一談那些可以供我們學習的、國外地貌学的一般發展趨勢：它的發展与衰落。

在國外，地貌学之最后确定是在十九世紀中葉。“地球表面形态”这个名詞首見于卡尔勒·弗里德里赫·瑙伊曼所著的記載地質学課本中，該書于1850—1854年，在來比錫出版。而关于了解地球表面形态成因在研究地壳方面的意义与作用則在更早的时候——1802年——，就已經被指出了，当时斯特盧維曾發表了一篇論文，題目是“觀察地球面貌的經驗，或根据地球表面断定其內部構造的技術”。我們可以看到，所提出的任务和120年以后瓦·彭克提出的“地貌分析”的任务是

① 本章曾先在苏联地理学会会刊（1946年，№2）上發表。这里又加了修改。

相同的。

十九世紀中葉地貌學進入了其發展過程中的發生學的道路，這條道路保證了它與地質學之間的密切聯繫。在埃利·迭·博蒙的著名的構造學觀點中，形態法起了重要的作用，地形是構造作用所形成的。他寫道：“形成於地球外殼上的斷裂決定了組成這地殼之地層的上升與變位；破碎及彎曲了的地層的脊部造成地球表面起伏不平的嶺脊，後者我們叫做山嶺。”

本節就這樣地敘述地貌學的誕生情況。但是我有一點必須在這裡說明，就是在此不可能一步一步地敘述地貌學的歷史。這是一個極繁雜的任務，因為現在還沒有像德羅內所著的著名的法國專著地質學史（“La science géologique”）那樣的地貌學史。至多我們只能找到（像毛爾所著“地貌學”中的）附有簡單的地貌學著作論述的地貌學年代表。而對那些促使這門學科奠立的物質原因的分析却是沒有的。

所以我在此不擬敘述地貌學史，這無論從時間或是從篇幅來說都是不許可的，我想只談一談那些可以使我們明了地貌學過去與現在的某些主要發展途徑。下面就分別談一談美國、法國與德國的地貌學。

美國的地貌學 在美國，地貌學最初主要是在對“尚未了解”的西部地區進行經濟開發的影響下發展起來的。讓我們來回憶一下，在十六世紀70年代之前，美國的工業發展是落後於先進的歐洲國家的。那時候美國還是以農業為主的國家。1879年，在美國建立了一個科學研究機關，其主要任務為研究西部，主要是富饒地區。這個機關就是美國地質調查局。後者所從事的已遠遠不只是地質學方面的工作。這個地質調查局從其成立之日起直到現在，其工作方面一直是綜合性的。從其領導者、美國地貌學專家保維爾的第一批工作年報中，我們知道，在他們的綜合性工作中，與地質工作並列的還有有計劃的地形測量，水利資源研究，甚至於美國林業資源的研究等。在美國地質調查局中工作的有地質學家、地形測量學家及地理學家。美國地質調查局的工作在其過去發展的長時期中一直保持著這個特性，直到今天。這個地質調查局包括地質科、地形測量科、水利資源科，及公地科（契爾諾

巴耶夫)。

可以說，这些不同學科這樣的結合造成了地貌學發展的良好條件。我們並且看到：美國地質調查局所出版的第一批專刊，甚至於更早的專刊，就已經是地貌學的專刊。比如保維爾關於科羅拉多河流域的論文(1875年)，吉爾伯特關於亨利山地貌(1877年)及邦納維爾湖歷史(1890年)的論文就是這樣。

在這裡需要再提出兩種情況，以便說明美國的地貌學為什麼一開始就獲得了這樣大的成就。

第一，就是美國西部的自然特徵：幾乎沒有植被的荒漠景觀。在稀少的植被下，地質構造非常清楚的顯露出來，這種地質構造可以很明顯地從科羅拉多河與其支流的深侵蝕谷中看出；地質構造比較簡單(與阿爾卑斯相比)，因此，它們在地形上的表現也很簡單。

威廉·摩里斯·戴維斯在1908年11月4日於柏林大學所發表的演說中說：

“在那些40年前尚未為人所知的山原(нагорье)、高地與平原地方，甚至不願作地理學者的地質學者也往往不自覺地變成了地理學者，因為裸露的地表面明顯地反映了構造與形態——構造的外部反映——和構造對於形態所藉此形成的侵蝕過程的關係。”

“在這樣特殊的地方，保維爾於1870年完成了沿科羅拉多河峽谷的勇敢的旅行，保維爾是當時的真正的美國地質學者，因為最初的科學方面的知識還是很有限的，而他以親自對西部領土的調查研究改善了自己在以後的理論”。

這就是美國西部出色的自然特性，它對於地貌學方法和地貌學知識的發展是如此的有利。

另一個原因，可以認為，是西部的迅速經濟開發的要求。這樣，地貌學的方法就成為加速地質測量速度的方法而出現：在裸露的草原上，根據地形形態就可以很容易地分辨出地質構造。而在美國地質調查局的研究工作中，地貌學方法遂成為與地質學方法的並行者。

這樣，我們已把十九世紀美國地貌學的特殊風格——它的三項式的公式：“構造、作用、階段”，它的綜合性的傾向，它的發生學的方向——得以形成的物質的和自然的原因敘述得很清楚了。美國的地貌

學者——在戴維斯以前的——曾一度注意細緻的形态学工作。他們不得不变得非常急忙，因为要根据地形形态來判別地質構造，也就是說，去解釋地質構造。戴維斯的“解釋性的地形描述”法，就是這樣產生的。

中歐各國的地貌学 欧洲地貌学的發展是在另外一种情况下進行的。首先應該指出的，就是在欧洲，某些与地貌学相鄰并且决定地貌学發展的学科，当他們在美國开始發展的数百年以前即已达到高度的水平。如果地貌学在美國的年齡为70年的話，那么在欧洲要超过300年。

在西方，地貌学是發源于水工学的，而水工学的發端是在中世紀，文藝复兴时期之前，而其輝煌發展則在中世紀后半期，自文藝复兴时期起始。水工学是关于侵蝕作用學說發展的基礎。在这个时期，主要的机械就是水力發动机。水力机械在公元前已很普遍，它是从吸水机發展起來的，吸水机对于導源于大河谷旁的古老灌溉系統曾起过很大的作用。在中世紀，日益擴大的对河水水利的使用对于理論的發展起了巨大的影响，从而產生了水工学及与其有关的科学。文藝复兴时期的偉大学者們，其中包括伽利略（1564—1642），对于水工学的研究也在这个时候。成为所有“侵蝕作用”地貌学基礎的河流均衡面的概念也產生了。伽利略在三百年以前就提出河流均衡面的定义，認為它是保証在河流作用中“力与阻力”相适应的曲綫。这个定义在現代的地貌学中仍在使用。

在这个时期与在此以后的时期，主要的注意力放在阿尔卑斯的河流上，因此，在地理上圍繞着阿尔卑斯的欧洲國家——德國、法國、奧地利与意大利——对于侵蝕作用的研究最为热烈。

和研究河流原因一样，对供給阿尔卑斯河水并决定其动态变化的冰川所作的研究也有相当大的意义。我們可以見到，实际上在十八世紀末期（騷索尔，1779—1796），在阿尔卑斯地方，研究冰川的科學——冰川学，就已经开始發展了。

另外，在地形測量方面，欧洲也是有悠久歷史的地方。在美國的地形測量剛剛發展的时候，欧洲就已經有了像样的地形圖了。其中有：1818 年开始測繪1882 年完成的比例尺1：800000 的法蘭西地圖。比

例尺1:100000的瑞典地圖(1836—1865)，比例尺1:63360的大不列顛地圖(1791—1870)等(據薩利舍夫)。

地形測量方法的發展逐漸為其形态測量的改進及作為科學部門之形态測量學的發展積累了材料；形态測量學是介於地貌學與大地測量學之間的科學。我們可以看到，主要於1885—1895年的10年內發表於西方的綜合性地貌學巨著中，其相當主要部分是具有形态測量性質的。1894年出版的阿尔布列席特·彭克所著的“地球表面形态學”第二卷的內容就完全是這樣的。我們可以看到，這種趨勢和上世紀末期着重成因的美國地貌學是完全不同的。

我們已指出，在整個十九世紀中，歐洲曾有大規模的地形測量工作。這些工作發展的主要推动力就是戰爭的考慮。在經常的戰爭衝突下成長起來的歐洲大陸國家，地形測量學是與戰爭科學一併發展的，並且是為軍事機關所培植的。同時地貌學也比較和戰爭科學有密切的關係。美國所處的環境就與此完全不同，它的領土的兩側都為寬廣的海洋所隔絕。如上所述，在美國，推動地形測量工作的並不是戰爭的威脅，而是對新地方經濟開發的要求。

法國的地貌學 法國的地貌學與軍事機關關係之密切為其他任何國家所不及；在法國，地貌學（也就是說研究地形成因的科學，而不僅是地形測量學——就其字面上的最直接的意義而言，對於戰爭是有利的。這是地貌學發展中的奇怪的地方性特徵，關於這點我們還必須補充几句。

由於偉大的法國革命，在十八世紀與十九世紀之交，在法國組成了人民軍隊。軍國被打倒了。當時的軍事活動家及民事活動家都參與建軍工作。重要科學家參加軍事科學各部門的研究工作是這個時期的特點。這種卓有成效的傳統以後一直保持在軍事地理學中。在法國，出版了領導法國軍事地理局的法軍將領及軍事地理學者（軍事地形—地貌學者）所著的兩部地貌學巨著，這就是得拉瑙艾（及埃姆·瑪熱利）（1888）的“地表形态”和貝爾透的“地形學”（1909—1910年）。這兩本書都是論述地貌成因的著作。

這就是法國民事和軍事專家共同研究工作的良好的結果。關於它

的反映我們可以从馬東所著的“自然地理”中对地形測量学的注意这一點上看到。

由此可見，在前一世紀末期，与歐洲國家的國民經濟及軍事發展有关的地貌學部門（形态測量的，侵蝕的，冰川學的研究）在西歐已达于高度發展的水平。

值得注意的是，根据地表形态了解地質構造的技巧，在歐洲是不如在美國那样發展的。在阿·彭克的著作中，就是在他1909年發表的阿尔卑斯專刊中，对于地壳运动在形态学上的意义也是默然未提的。一般認為，他所以这样“疏忽”，正如布勃諾夫所說，是因为阿尔卑斯構造異常複雜及欧洲大地構造的“病理的”特性。

如所周知，这些構造学者們是用水平运动——輾掩断層——來說明的，而这些运动是远不如地壳的垂直位移那样容易根据地貌表征來察覺的。

本世紀第25—50年間國外地貌學的衰退 在上一个世紀的最后25年中，國外的地貌學达到了最高的發展水平。

这个时期，在本門科学中出現了一些巨大的具有原則性意義的区域性著作，和一些地貌學的綜合性著作——“經典著作”。其中，毫无疑问，以阿·彭克所著的“地表形态学”最为重要——老实說，他的第一卷就是叙述成因地貌學的。

地貌學的成就是和地質學的成就相关联的，这点只要提出休斯的名著“地球的面貌”就足以說明了，該書的第一卷出版于1888年。

最后，在本时期中，出現了戴維斯的初期的論文。戴維斯的學說最初在地貌學的發展上是有很好的影响的。在戴維斯之后，只有一个人在企圖力述地貌學的新的觀念，这就是阿·彭克的兒子——瓦·彭克。

瓦·彭克的著作出版于二十年代。以后学者圍繞着他的著作發表了很多的文章。不过那已經是在二十五年之后。

在戰爭爆發前与战争期中，由各学者所著的許多“地貌學”——这里面的作者包括美國的洛別克、恩格尔英、漢茨，英國的武德利治和摩爾根，新西蘭的科頓，德國的毛尔等人——一般地都給人以无精打

彩的感觉。

我們不能否認上述学者的博学多識，但是他們沒有新的觀念，有的只是些重复戴維斯學說的正統派（有些只不过把戴維斯的學說加以“改進”）。其余的則僅僅是編輯，“文摘評論派”的代言人，譬如，遺憾得很，毛尔毫无任何諷刺意义地把这样的学者叫做“学派”。

美國地理學會在戰前出版的敘述地貌學問題爭論結果的專刊也給人以同样的感觉。在这个專刊中，只不过是展开了戴維斯与瓦·彭克的信徒間的論战而已。

國外地貌學的“权威”阿·彭克^①具有独特的姿態。他創作的曲線也就是國外地貌學理論的發展与衰落的曲線。在五十多年以前，阿·彭克發表了“地表形态学”；在約四十年以前，阿·彭克發表了三卷關於阿尔卑斯冰川时期的研究報告。這兩部著作乃是阿·彭克科学創作的最高峯。这些著作出現的时期正是理論地貌學为其他所有代表勝利地發展了的时候。这种同时發展的情况以后也并没有破坏。阿·彭克及其所有战友的創作并没有超过已經达到的水平。只是在二十年，才出現了一些關於地壳运动的新觀念，這些觀念大概是彭克的兒子傳播的，但是这不如彭克的兒子所表現的那样有力。在此以后，很多著作都沒有任何原則上的新觀念。更不用去談那些有污著者“声名”的著作了（一些地緣政治派的論文）。

当代國外的大地貌学者可以分为兩派。一个是“成因”派（產生自戴維斯），屬於此派的有洛別克、科頓、馬东、恩格爾英、漢茨；他們的特点是对于資料的叙述生动，但其解釋則膚淺而陈旧，另外則为“文摘評論”派，表現为毛尔、帕薩爾格、瑪哈契克等的沒有意義的編輯（德國派），現在这兩派都已停滯不前了。

^① 近年來，國外的地貌學不但沒有發展，并且反而縮小了自己的眼界，在顯著的程度上成为專討論小形态的科学，而將地面的大的特征排除于自己研究領域之外；外國的地貌学者沒有用大地構造学、地球物理学、地球化學、水文学、土壤学等的主要成就。在很長的时间里，

^①于1945年逝世，时年87歲。

它們並未提出新的理論思想。在國外，活生生的地貌學觀念已處于完全麻痹的狀態中。

第三章 俄國的地貌學

發展的一般條件 我們應該來談一談俄國的地貌科學。可以很自然地以偉大的十月革命為分界線，把地貌學的發展分為兩個時期。在上一章中，我們已經看到，國外的地貌學觀念是怎樣敏銳地反映了社會、政治與經濟的情況。所以十分明顯，偉大的十月革命完全改變了我們祖國的地貌學的發展方向與速度。

本章的任務主要敘述第一階段的基本特徵。所有以後各章的任務則是指出蘇聯地貌學的現況，特別指出蘇聯地貌學的成就。

不能不指出，在敘述俄國地貌學觀念時，是有極大困難的。過去對於國外地貌學的發展道路與歧路曾經做過很多次的分析，因此只要作一些批判性的考察和重新估價一下已發表的觀點就行了。俄國地貌學的觀念過去未曾評價過，即有，也是很久以前的事（如Г.И.唐菲里耶夫），而那時候的標準和現在所應有的標準是不同的。因此，我們現在所做的是一件很巨大的、前人所未有的工作。我只想把八位偉大學者的學術成果作一個分析。他們中間有七個人的活動期間是自十九世紀50年代起的70年。這些致力於地貌學研究的偉大的俄羅斯學者，從事於俄羅斯不同地區的研究，但對於我們都是同樣重要的，因為他們的這種研究建立了地貌學觀念的廣闊範圍，這一點正是我們所注意的。

在上一章中，我們已經說過，直接影響地貌學水平的主要因素，就是國內地形測量學與地質學的研究情況及這兩門科學之間的聯繫。為了說明十月革命以前上述因素的情況，我們必須提幾個日期。在我國，有計劃的儀器測量開始於1717年，當時只是以極有限的力量在莫斯科、沃龍涅什和阿斯特拉汗等省進行的（薩利謝夫）。而第一幅表現地形、並且面積較大的地圖後來才出現，那就是俄國科學院於1745年出版的用透視法表現地形的圖集。其中，俄羅斯歐洲部分圖的比例尺

1吋等于35俄里。埃依列尔認為：自从这部地圖集出版后，苏联地理学就走上了“远較德國的地理学为正确的方向”。只有法國有比較好的地圖。从这些圖中偉大的罗蒙諾索夫曾吸取了关于我國地面的一些知識。首次由政府出版的多頁（114頁）地圖是在1801年—1804年之間繪制的，比例尺为20俄里比1吋，在这幅圖上，地形曾被以半透視的暈滃線表現出來。1822年，成立了軍事測量局，他們以后繪制了具有由暈滃表示的地形的“十俄里圖”（1871年，152頁）与“三俄里圖”（1863年，435頁）^①。关于俄罗斯亞洲部分，有在1884年出版的、比例尺僅为100俄里比1吋的地圖。

根据以上所述，我們可以知道，在上一世紀后半紀，俄國地貌学者拥有什么样的地圖。

既然过去地形測量圖的特点为比例尺小，并且地形表現非常約略，那么，在地質制圖方面就進展得更差了。只是从1882年起（地質委員会成立的时候），地質制圖才得到了有計劃的發展。謝苗諾夫、道庫恰耶夫、克魯泡特金等都沒有把地質学作为他們的地貌学研究基礎，只有穆什凱托夫和尼基京在研究地形的过程中奠立了这样的基礎。

当时不利的因素，是軍事測量局的測量工作与制圖工作不容許大地貌学者与地質学者参加。所以，就像如此庞大的俄國革命以前的分層設色圖，如契洛的分層設色圖，只能限制于机械地繪制等高線。C. H. 尼基京虽然已使这个圖有了应有的优点，但是也不得不在1903年表示：在契洛的圖上，并沒有表現出主要的地形类型，如冰磧地形、高原狀地形等；还有，圖中未画上主要的冰磧地帶；伏尔加河高峻的右岸也表画得不正确。尼基京說：“新的分層設色圖的繪制不应單憑一种高度数字的比數，及它們与綫条和顏色的关系，而是要以地質学原理及自然地理学原理对于地形及其成因的研究为根据的……”^②（見626頁）。我們可以看到这个条件是未能做到的。

所以，过去我國的普遍的落后狀況对于那些与我們的成功有主要关系的物質条件，或者，至少对于那些使我們減少地貌学研究之困难

^①即所謂門傑（Менде）地圖。

^②着重点是我加的——馬尔科夫。

的物質条件是有不利影响的。关于这种專門的科学工作的組織更是談不到了。地貌学調查是由个别的地貌学者与地質学者的倡议和他們多方面的爱好而得以進行的。在这方面，П. П. 謝苗諾夫和П. А. 克魯泡特金都对我國边区的自然条件作了粗略考察。但是早在一百年以前已出現了偉大的人物罗蒙諾索夫。И. В. 穆什凱托夫的活动在很大程度上是受帝俄政府在中亞的積極的殖民活動所激励的。俄罗斯欧洲部分河谷的研究是由В. В. 道庫恰耶夫的个人倡導而創始的。道庫恰耶夫根据土壤年齡的研究的專著“俄國的黑鈣土”提出了地形年齡的問題。靠着这样微末的关系，自由經濟学会才支持了这个問題的研究。只有在此以后，С.Н. 尼基京和А.П. 卡尔宾斯基才以國家科学机构——地質委員会——代表的姿态出現于科学界。自然，在上述学者的著作中，关于地形的研究还是半独立的論題，有时为其他的科学問題所掩盖。

至于“地貌学”这个名詞，据我們所知，它是拉斯卡列夫在1916年引用到俄國科学術語中來的。

M. B. 罗蒙諾索夫 如果我們說，可以在文藝复兴时期学者的論著中找到現代地貌学觀念的起源，这是否正确？无疑地，这个問題牽連到地貌学的基本問題之一——河流侵蝕規律。

罗蒙諾索夫确定了一些就是在今日我們仍旧認為是現代地貌学主要原理的原理，这些原理在我們的地貌学中具有普遍的意义，而不只是有关于任何某一个地貌学的問題，这就好像河流均衡剖面學說的奠基者伽利略所提出的問題。所以，我們說偉大的俄罗斯自然科学家M. B. 罗蒙諾索夫是地貌学的創始人，这是非常正确的。

罗蒙諾索夫确立为現代地貌学之基礎的觀念，实在也就是我們地貌学的基本觀念。这些觀念叙述在罗蒙諾索夫于1763年所著的“論地層”（在“冶金学基礎”一書的第二附錄中）論著中。它們被总结为以下几点：

1. 地球表面的地形是由于內力及外力斗争与衝突的結果而生成的；
2. 這兩個力的相互作用不僅給我們解釋了小地形的形成，而且也

解釋了大地形的形成；

3. 應該從地表地形的發展中去認識它們；
4. 地表地形之所以被認識是與研究埋藏在地下深處的有用礦產相關聯的。

上面所說的 羅蒙諾索夫的觀念也是提供讀者研究的本書的基礎。

羅蒙諾索夫將其所寫論文的第一章稱為“論地表”，在這一章中，羅蒙諾索夫說到地表面形態是與其內部構造密切關聯着的；並且說到地表面形態的研究者可以不必把地球作為一個星體來研究，不過研究地表面的大外形還是有必要的。

“因為我們必須簡短地敘述，所以首先從這裡——羅蒙諾索夫寫道——，……即從最上面的地層說起，因為它是所有其他層次的複蓋物，也就是說，它是地球的外表。由於它是下面各層的一部分，它從鄰近各層借取了許多東西，同时也分給它們許多東西，這一點在下面會說清楚的”。

“當我們研究它們的時候，首先要討論地球的形狀，其次就是其內部的成分與性質……我們想要說的是地表面的不平性，它們叫做山和谷”。

“高地的高度是互不相同的，它們因此而被分為不同的種類。這就是小丘、小岡、丘陵、小山和山。最大的山就是整個大洲上的延續部分；因為象里菲依、高加索、盧尼、亞特蘭塔、阿爾卑斯、科迪勒拉等山，從它們的高度與寬廣度來說，在本質上是和小丘、丘陵、小山一樣的。在它們所在的大洲上，說它們是山，這是誰也不能否認的，……同樣地我們也不能夠把海底從地面中分出來，就像我們不能把高山的山頂從地面中分出來一樣”。

“世界上的四個著名的大洲是五個大山，這就是整個亞洲、非洲、歐洲、和南、北美洲”。

“地球表層或其外形是由大山、大的山梁、大的山嶺、普通的山、小山、小丘、丘陵、山谷、平地與斜坡、光滑地面與粗糙地面、峭壁、懸崖、洞穴及裂隙生成的深淵等形狀組成的，研究了這些之後，……我們應該更進一步地研究地球內部，繼續過去學者的研究的進度。”——M.B 羅蒙諾索夫這樣地結束了他的第一章。

如上所述，這一章之要義為：“地表面的研究不僅在於小的形態，並且要在於大的形態，這兩者都可以由於對“地球內部”的研究而了解。”

“論地層”这部論著的第二章內容系列舉研究地層及地表面可以獲得的实际利益。我們要提醒一下，这部著作是罗蒙諾索夫作为附錄列入他的“冶金学基礎”一書中去的。

第三章說明了現代地貌學的主要原則：由於內力与外力相互作用而發生的地表形态。

“有兩种方式可以暴露地球內部的本質：一种是改变其外形的力，一种是其内部的运动。外力作用乃是强烈的風、雨、河流、海浪、水、森林的火災、洪水等，內力作用就是地震”。

“大河兩岸的居民可以証实，河流在河岸及中流錢之間的移动有多么大，水流愈來愈向外，引起……，山的被破坏下的部分为水冲走了，这是可能的；坚硬的岩石存留在河岸上，受着考驗。很多的地下的秘密这样地被暴露了！”

然而从另一方面來說，地表面也是受到地球內力的作用而改变的。后者就是地震。它們常常表現为緩慢的升降运动：

“地表面上大的变动系因大的洪水而生，它們發生的次数是如此之多，可以在不同的地層中看到……它們的行动几乎时常是和地震或不易觉察的地表面長时期的升降相伴生的……是誰使高加索、塔夫里斯、科迪勒拉、比利牛斯等山及最大的山，也就是世界上的各洲升高了的呢？自然，这不是風，也不是雨，因为它們現在还从这些山上冲蝕掉土壤；自然，这也不是河流，因为它現在还在这些山口穿流……，在地心中有另外一种不能估量的巨大力量，它有时能在地面上顯露出来，并且它的遺跡是到处都有的，自山上到海底，或是自海底到山上都可以看見它們……。”

最后，地表面發展的觀念特別明顯地为罗蒙諾索夫表达在第四章中。

“还有。首先應該牢牢記住，我們說能見到的地球上的物質与整个世界并不是由一开始形成起就是現在这个样子的；正如歷史学与古代的地理學所說，它們是經歷过很大的变化以迄于今的，就是現在的地表面也在变动中。我們知道，最大的宇宙、行星甚至于恒星都是在变化着的，它們或消逝于天空，或重現于天际，那么，我們現在所論述的渺小的地球和山（在我們的眼中看來是龐然巨物）能够單独地不变化么？”

……根据以上各点 我們可以不必迟疑地总结和論述地表面的狀況及其形狀……，今日的地表面的狀況和形狀在过去是并不如此的，它是随着时间的不同而改变的。这样的論斷并不是沒有意义的，也并不只是令人消遣的好奇之談；可

以清楚地指出，我們居住并活动于其內的房屋的状态与構造，并且指導我們發現其中丰富宝藏的捷徑与宝藏的所在……”。

以上所列举的引文可以充分說明：我們可以确信，罗蒙諾索夫是那些可以作为現代地貌学基本观念之概念的首創者。

上述罗蒙諾索夫的观点直到現在仍是地貌科学的軸心。美國地貌学派的观点在一百年以前即为罗蒙諾索夫所預示了。但是罗蒙諾索夫的科学遺著后来并没有得到外國人与自己的同胞（俄國的地貌学者）的重視与引用。

П. П. 謝苗諾夫·天山斯基 著名的П. П. 謝苗諾夫·天山斯基向俄罗斯的地理学与地貌学揭露了神秘的天山的面目。在П. П. 謝苗諾夫于 1856—1857 年去天山旅行之前，关于这塊有趣地方的情况几乎沒人知道，就以彼得·彼得洛維奇自己的話來說罢——“所了解的事實是很貧乏和很不夠的，它們只是偶然地、片断地为經過这里的人們所叙述，这些人从这里走过并不是抱着什么科学的目的，而甚至于是与科学背道而馳的。例如，主要是四世紀至七世紀之間的佛教教徒及中國的巡迴官吏等旅客，以及俄國的韃靼族商人等……”。当时西欧学者对于天山的自然情况的觀念也是怪誕的。比如洪保德就認為天山是一个現代的火山作用区。因此П. П. 謝苗諾夫为了准备考察天山，曾經多次攀登維苏威火山，但是他以后确信天山是火山的看法是錯誤的。另外，他对于天山雪綫的高度問題也曾經与洪保德展开过有收益的辯論。

对我們更为重要的，就是彼得·彼得洛維奇关于天山分支情况的一般地貌圖式的概念，山谷的起源以及他对于山上高的平坦区的觀察。

据他表示，天山是由多少互相平行和直綫形的山嶺所組成的，这点与李希霍芬（交叉山脉）及洪保德（沿子午綫方向的隆起）的看法完全不同。这个觀念以后为A. B. 穆什凱托夫所發展。它与在十九世紀后半期占統治地位的收縮說的觀念非常相符。

彼得·彼得洛維奇是怎样提出天山 山谷的問題的？为什么这些問題在我們看來是有原則性的意義呢？問題在于：当十九世紀中葉，山谷还被人認為是大地構造裂隙，只是到了60年代末了，它們才被認為

是大河流侵蝕作用的產物。П. П. 謝苗諾夫对于以下的天山的河谷做了詳尽的描述：即奇利克、恰林、薩雷札斯、博姆斯克峽谷等。在每个地方，他都指出河流侵蝕对于山谷形成所起的作用。

“流过大高原(плоскогорье)的麥尔克的三条支流（恰蘭納什流入昆格·阿拉套——馬尔科夫註），以及卡尔卡拉和克根河(在恰林峽谷匯合)穿鑿了这样深的河床，甚至使这些河谷切入大高原內200公尺深……匯合起來的河流也穿通了隱藏在恰林谷底冲積物之下的石質山梁。后者，当麥尔克的支流流入恰林峽谷的时候，在深峽谷中形成了美丽如画的岩欄和喧囂的急流，这就是叫做阿克-托格急流，亦即白流，自此，恰林河的水就变成了銀色泡沫与水花”。

П. П. 謝苗諾夫对于河流作用 所作的这类描述很多，所有这些描述都使人相信他所說的山谷因侵蝕而成的見解。

最后，П. П. 謝苗諾夫估量了高的平坦面在天山形态上的意义。以后这种地面曾被学者依照成因加以論述，并且估量了它們在解釋山地形态外貌成因时的作用。我們虽然沒有在彼得·彼得洛維奇的著作中看到类似的关于成因的估量，不过根据他时常提到夷平了的高地面的事实，我們可以推断，他对于这类地面是很重視的。在他所著“旅行記”的102, 110, 111, 118, 175, 186各頁中都會提到这种 地面。

“过了奇利克以后，我們朝向东南，經過很光滑的草原 大高原，这个大高原很徐緩地、但是逐漸 地沿着我們 旅途的方向上升……吉爾吉斯人称这个大高原为烏奇·麥尔克(意思是說：三条 麥尔克河)。这个名字是因为，麥尔克河的三条支流而得來的，它們在大高原中穿鑿了令人难以相信的深谷。

在这里，所指的是在昆格·阿拉套山北坡 沿奇利克河右岸 分布的均夷面而言的。

П. П. 謝苗諾夫·天山斯基在捷尔斯克·阿拉套山嶺处觀察 了納倫河上游的均夷面，他以下列的美丽辞句描述了它們：

“在旅客的面前展开了一个广闊的大高原——內陸剝蝕高原(сырт)。在这个大高原上，零星地散布着不大的半凍的湖泊，它們停滯在那些比較起來已經不算高的、但頂上还是終年積雪的群山之間，在山坡上是一片翠綠色的高山草地。在这些山中的一个山頂上，旅行者們很清楚地看到从伸展在山脚下的銀色高原湖泊中流出的克倫河支流的源头，納倫河的主源則位在这个地点的东南东处。这样，

寬广的亞克薩爾特河系的水源就首先被欧洲的旅行者發現了”（見“俄罗斯地理學會五十年來活動史”）。

П. А. 克魯泡特金 在革命以前的俄國大批学者中，很多人都促進了地貌学的研究成就，其中首屈一指的是П. А. 克魯泡特金。他在地理学研究工作方面最有成績的时期是在十九世紀60—70年代。依照著作發表年代的先后，我們應該指出，他的活动是緊隨 П. П. 謝苗諾夫、天山斯基的論著——旅行記——發表以后不久的。П. А. 克魯泡特金在地貌学方面的主要成就在于他对东西伯利亞研究的成果（1864—1865）以及关于冰期的研究”（1876年）。

克魯泡特金認為在东西伯利亞內具有一种特殊的地形类型——大高原（плоскогорье）。这是和山地相对应的。大高原和山地不同之点就在于其地形的高低对照（контраст）較小。大高原在亞洲較山地的分布为广。克魯泡特金生动的描繪了大高原的地形。下面就是他的描述文章中的一个例子①：

“在穆亞以南的地方，出現了一种完全不同的类型。繞过周圍的高峻山嶺后，我們很快地進入了大高原。强烈的高低对照（高度上、形态上和輪廓上的，以至于大地構造上的对照，还有在生物界中的对照方面）。最初是減弱，然后很快就消逝了，而在更南的地方甚至已具有草原的特性……。在寬达緯度三度的地区內，自尼納山谷以迄斯坦諾維分水嶺，所有的高度都变动于850至1450公尺之間。在尼納分水嶺和雅布朗諾夫分水嶺中間，景觀單調得驚人……始終是那些向远处伸展的周圍山谷的无定形的山坡，始終是那些具有寬广林間空地的針叶林和波浪式的外形，它們到处追随着我們”。

在亞洲非常發達的、頗为寬广、高聳而平坦的地区的概念就这样地奠定了。与此同时，我國另外一个最大的学者——И. В. 穆什凱托夫（見下面），繼П. П. 謝苗諾夫之后，發展了关于天山山勢的綫狀特征。以后我們看到，这两种观念都繼續被兩個外國的地質地貌学派發展了——一个是美國保維爾、吉爾柏特和戴維斯的学派，一个是西歐的休斯和海穆的学派。

上述的每一种 地形 类型 都成为兩种不同的成因观念所喜爱的东

①在蒐集克魯泡特金科学工作的記述时，我曾参考了 Н. Н. 索科洛夫的“地理学者 П. А. 克魯泡特金”一文的原稿。

西。

П. A. 克魯泡特金的觀念 幷不是描述性的山勢觀念，恰恰相反，他勾画了东西伯利亞地形發展的廣闊的圖式，并且这是在几乎沒有地質資料的情况下作成的。因此，克魯泡特金的方法就很近于他的同时代学者——美國的地貌学者的方法。对于他來說，地形就是了解一个地方的地面歷史的关键。

需要指出，克魯泡特金在調查东西伯利亞地形的工作中，非常注意山谷，他認為山谷是侵蝕作用的產物。在十九世紀70年代时，象这样对問題的看法还是很新穎的，关于这点我們已經在前面說过了。

克魯泡特金对于冰川期的研究較其对于西伯利亞的研究更为著名。早在1873年，克魯泡特金就曾經發表了关于西伯利亞大陸冰川作用的觀念。以后，他又在1876年，主要根据考察芬蘭所得的材料，發表了題为“关于冰川年代的研究”一文，發展了自己的这个觀念。

П. A. 克魯泡特金并不是提出关于大陸性古冰川作用觀念的第一人。在十九世紀30年代的时候，沙爾潘齊和阿加錫茨就已經在瑞士提出了这个觀念，后来这种觀念在英美也提出过。不过他們都未能与“气候”問題联系起來。大多数地貌学者与冰川学者对于大陸冰川作用的觀点和态度的基本改变是在70年代，这要归功于三位学者的同时發表的著作——这三位学者就是俄國的П. A. 克魯泡特金和Ф. 施密特与瑞士人托列尔。

因此，П. A. 克魯泡特金关于冰期的研究，对于其同时代的学者是有决定性影响的。当然，他的研究也特別影响到那些最后轉入大陸冰川作用牢固論点之上的俄國学者。但是，这种影响是不僅限于冰川作用相关联的問題这一方面的。克魯泡特金关于冰川水分布情況的觀念对于道庫恰耶夫关于俄罗斯欧洲部分河谷發展觀念的發展也起了直接的影响。

B. B. 道庫恰耶夫 著名的地理学者和土壤学者 B. B. 道庫恰耶夫也可以認為是俄國地貌学的奠基人之一。

道庫恰耶夫和地貌学的关系主要表現在两个大問題上，这就是地

形的年齡和河流侵蝕的規律。

B. B. 道庫恰耶夫由於要確定土壤年齡闡述了第一個問題。在談到土壤（黑鈣土）與地形的相互關係時，他指出這是和地方絕對高度無關的。有的只是與地形類型間的互相關聯。對於這一點，捷斯納河右岸的土壤等等就可以作為例子。隨著地形類型的變化，土壤性質也就發生了變化。所以，研究了土被，也就是研究了地形的演化。階地上的土壤，譬如說，伏爾加階地的土壤就可以說明這一點。但是地形的演化是朝著什麼方向進行的呢？關於這一點，這位“俄國黑鈣土”的作者並沒有談到。

在論述年齡、地方高度和土壤性質等之關係的另一本著作中，道庫恰耶夫發表了下述的觀念。他首先肯定了土壤類型與地形年齡聯繫關係之多樣性：“根據土壤的厚度、腐殖質含量、易溶鹽類的含量、腐殖質中氮的含量與土壤的顏色等就可以一方面判斷出地方高度與年齡間的相互關係，另一方面判斷黑鈣土的性質”。

總之，在這裡，道庫恰耶夫所說的土壤的意義，是“獨立的自然歷史體”，並且在土壤的這些複雜的綜合概念與地形年齡之間是被認為有關係的。

道庫恰耶夫這些觀念發表於1891年，他的這些觀念是遠勝於和他同時代的國外學者關於地形年齡及“土壤”機械組成間相互關係的粗淺見解的。在當時的國外學者看來，土壤僅僅是一種機械沖積物。

◆ 對我們同樣非常重要的道庫恰耶夫的第二個觀念，就是對於沉積物年齡與土壤年齡間差別的極端重視，或者，如道庫恰耶夫自己所說的：“這種或那種岩石的地質年齡是一回事，而土壤母岩（底土）的間接年齡又是一回事”（見原書114頁）。道庫恰耶夫寫道：最年輕的沉積物（如冰川沉積，尼羅河三角洲）的年齡也要有九萬年或幾十萬年，而俄羅斯土壤的年代總共不過是幾百年到幾千年：“斯塔羅拉多格堡的志留紀石灰岩上，在77年的時間里形成了4—5吋厚的灰色土壤層”（見原書155頁）。對我們來說，這個沉積物年齡（地質年齡）和土壤年齡的對比在後述的情況下是很重要的：當沒有這種或那種沉積物形成的時候，地形的年齡是由在剝蝕作用參與下風成作用的發展

所決定的。土壤的發展也是與地形這一發展期有關的。所以我們可以根據土壤的年齡決定地形的年齡。道庫恰耶夫的這個第二個見解我們在下面是要應用的。

我們可以看到，道庫恰耶夫關於土壤年齡與地形年齡的見解以後會被我國的地貌—土壤學家——C. C. 涅烏斯特魯耶夫、E. B. 波雷諾夫、H. H. 索科洛夫等所發展。

道庫恰耶夫的更偉大的功績就是他是關於河流侵蝕學說的奠基人之一。在這裡需要說明的，就是道庫恰耶夫的科學工作正是自觀察河谷，觀察河流的侵蝕開始的。他的研究上述問題的最初著作發表於1872年。在這部著作中，他敘述了關於斯摩棱斯克省卡琴河谷的構造。1878年，他的巨著“俄羅斯歐洲部分河谷形成的方式”出版。在這本書中，他表达了哪些見解呢？它們在誕生中的地貌學中占有怎樣的地位呢？

在道庫恰耶夫的文章發表以前的時期里，學者發表的文章都把山谷看成災變的生成物，他們認為山谷只是與河水作用有間接關係的現象。河流的緩慢作用的現代概念在當時還未產生。

在道庫恰耶夫以前時代的論著中，我們可以看到冗長而抽象的、敘述地域升降與海水自地表面迅速流過的文章。在這些概念中，還有關於全世界大洪水的聖經式傳說。摻有漂礫的洪積層的分布與河谷的被穿鑿也認為是由於災變性的大量洪水的緣故。

上述的觀念導源于比尤丰、魏爾涅爾、居維耶等人。而在我們俄羅斯，在十九世紀的60年代甚至70年代，哥洛夫金斯基、列瓦科夫斯基等人還重複著它們。我們，尤其是俄羅斯平原上的居民習慣地認為河流有穿鑿河谷的緩慢的作用，與我們的這種見解相比，上述概念真是相去太遠了！……。

這裡有一些在我們看來是相當生動的引文。——著名的地質學者庫脫爾格于1858年曾以下面的話解釋河谷的成因：

“在水出現以前，淡水的儲藏所就已經被準備好了……有峻峭崖壁的地殼深裂隙就已為河流準備好了。”

格爾麥爾森院士描繪出如下的情景：

“当地盤上升洪水退落以后，俄罗斯中部地帶首先干涸。降落于其干涸了的地表面上的大气水形成了河流，它們沿着預先准备好的因洪流而形成的❶河床朝向不同的方向流去，有的时候它們也沿着波狀的地表面的方向流动。这种波狀地表面是由于特殊的地質原因而產生的地盤間歇沉陷与隆起而造成的。”

格尔麥尔森的話是在60年代發表的，在道庫恰耶夫文章發表前15年。我們可以看到，一个学者在侵蝕形成物中看到的是裂隙，另外一个学者看到的是假想的“洪水”的河床。他們都是处于河流作用學說开始發展以前的时期。自然，类似的引文可以列举出很多。讀者可以大量地在道庫恰耶夫的著作中看到。

那么，学者們觀点的轉变是在什么时候發生的呢？道庫恰耶夫在这方面的貢獻是怎样的呢？

这个轉变是由萊依爾所促成的，他提出了地質現象漸進性的學說。关于河流的作用，首先是由瑞士学者留齐麥耶尔用另外一种語言發表的。他的書名叫“山谷与湖泊的成因”，1869年出版于巴塞尔，在道庫恰耶夫关于卡琴河的文章發表前三年。留齐麥耶尔第一个循序地建立了关于河谷是由河流作用構成的觀念。而僅僅在几年以后道庫恰耶夫就發表了同样的觀念。

在道庫恰耶夫的“俄罗斯欧洲部分河谷形成的方式”一書中，这些觀念叙述得非常詳尽。

道庫恰耶夫在这本書中批評了前人关于河谷形成的觀点，然后提出了自己的看法。他分析了不同的情况，經常提到湖狀寬广地轉变为河谷的現象。这是很自然的，因为道庫恰耶夫的觀察主要是在俄罗斯平原西北部進行的。在这个地区，湖狀寬广地（在过去为湖）实际上乃是河谷地形中普遍的形态。

他以專門一章論述了冲溝的形成，以及它們以后向拗溝（балка）与河谷的轉化，論述了河系对分水嶺的爭夺等。

除去提出并一般地解决了这个問題以外，道庫恰耶夫还完全正确地指出并划出河谷的典型侵蝕形态，如它們的寬度与河床的寬度不相

❶着重点是我加的——馬尔科夫。

符合及河流階地之存在等。

道庫恰耶夫的著作和留齊麥耶爾的著作一样，标志了現代的关于河流侵蝕學說的开始。道庫恰耶夫是这个學說奠基人之一。这两部著作都預示了侵蝕理論的鼎盛期。这种时期开始于几年以后，它是与奥地利的阿·彭克和北美的保維爾及戴維斯的前輩学者等的名字分不开的。

但是，当留齊麥耶爾及其学生的名字已載入地貌学史册的时候，他們不僅对于外國的地理学和地質学有影响，并且对于俄國的地理学与地質学也有影响，所以，作为現代地貌学主要学派之一的道庫恰耶夫的作用在当时并未受到学者足夠的重視。

И.В. 穆什凱托夫 就 И. В. 穆什凱托夫对于地貌学兴趣的广泛來說，他不僅在过去的学者及同时代的学者中为最杰出的人，就是比起以后的学者來說，他也是非常优秀的。他不僅研究了俄國不同的多种多样的地区，首先是土尔克斯坦的地表形态，并且特別注意地貌現象的动态，研究这些現象的方法，以及对于各个重要理論問題的特殊解决。

在地貌学問題或与地貌学相近的問題中，穆什凱托夫感到兴趣的是以下几个：構造現象与地震現象，它們在地貌上的表現；最新的（第四紀）沉積層；冰川現象；沙丘的移动；三角洲的研究；地滑。对于所有他从事研究的这些問題，他大部分都編寫了手册与方法指南。

И. В. 穆什凱托夫的丰富的知識綜合地表現在“物理 地質学”一書中，后者不僅顯示了在那个时代中我國在地質学方面的淵博知識，并且也顯示了当时我國在地貌学方面的淵博知識。下面我們就要談到穆什凱托夫的、和本書內容有密切关系的某些觀念。

穆什凱托夫在他研究土尔克斯坦地質与地貌的第一部著作中，就已經表明了自己是一个具有很深修养的理論家与学者。虽然这本书是在1877年出版的，当时作者不过才滿27歲，并且僅僅去过天山兩次。

在这本書中提到了关于地貌学及与地貌学有关的广泛的問題，对第四紀沉積層、冰川作用作了詳尽的記述，对于洪保德——李戴爾关于亞細亞地方似有活火山存在的謬論作了詳細的分析等等。但是其中对我们說來重要的，乃是穆什凱托夫对于地方地貌学研究原則的一

般观点。穆什凯托夫的见解是这样的：在他以前的学者曾经提出了某些互相抵触的山势图式，因为这些图式并不是严格地按照成因提出来的，所以是主观的。地形研究者应该依照另外的方法：

“首先应该探溯不同山岭的组成，并结合着这一点来研究它们的外形，研究现代的分布情况，并且尽可能地找出后一时期的上升对于前一时期的上升的影响；然后应该研究在那兒山脉的中断（прерываемость）只是可以見到的，在那兒，这种中断是确实存在的等，——总之，应该坚持这样一种一般的科学方法，就是所有的现代的现象只有在研究它们的歷史生活之后，才能充分地被查明和了解，只有它们的歷史生活才能使我們發現那些足以說明現代各種結果的成因”（見原書135—136頁）。

这位年青的学者就是这样描述的，并且建議他的同时代学者在山勢研究法中应用地貌学的方法，也就是说，形态成因研究法。在他自己著作的最后几頁中，他提供了使用这种方法來分析天山的地形的实例，并且描繪了天山發展的情景。

当时地貌学中的第二个大問題，就是确定河流侵蝕在河谷形成中的作用。在十九世紀70年代，河谷通常被看作是大地構造裂隙（見前）。以侵蝕現象來說明河谷成因的，如前所述，首先是瑞士人留齐麥耶尔（1869年），而在俄國就是謝苗諾夫、道庫恰耶夫（見前）和穆什凯托夫。穆什凯托夫反对用大地構造裂隙來說明天山河谷。他認為它們的形成是与湖泊及河流的作用有关系。

穆什凯托夫和謝苗諾夫完全一样，把山谷分为橫谷与縱谷兩种。关于縱谷，菲德欽科就已經說过，“……構成了天山的特殊外貌之一，我們應該用一个特殊的術語將它們和普通的河谷區別开”。这是向下轉变为峡谷的、寬广的高山縱長凹地。可作为这类山谷之例子的有阿萊、恰特卡尔、苏薩密尔、卡拉科尔、凱根等谷。它們已为砾岩所充填，而在以前曾是湖泊。

“后来，这些水泊干涸了，因为贮于其中的湖水逐渐地冲蝕了附近的山，最后在附近的較其他山嶺抵抗破坏力小的某个山嶺中开鑿了自己的出路，其結果就是形成了寬广的谷”（1877年，見145—146頁）。

И.В.穆什凯托夫对于構造过程研究得最多。地質学中的这一領域

对于了解地表面是非常重要的。所以我們也把对于現代地貌學概念起着直接影响的 И.В.穆什凱托夫的某些觀念在这里談一談。这些觀念对于本書所要說明的一些地貌學基本問題是有直接关系的。

穆什凱托夫在其構造觀點方面是与其同时代的学者休斯相近的。他承認收縮說的基本原理。他認為水平运动是褶皺作用与造山作用的基本因素。下面將說明（在第五章），为什么休斯的構造觀點未能象產生得較早的垂直升降运动說那样，更多的成为現代关于山地形成的概念的出發点。在穆什凱托夫的“土爾克斯坦”及“物理地質學”这两部著作中，我們可以看到作者曾詳細地說到关于海穆、休斯及其他收縮論代表者的觀點。但是我們看不到他談論到吉爾柏特、戴維斯等美國學者的地貌學觀點，甚至連粗略的叙述都沒有。在物理地質學的題為“地表的可塑性及其与断裂位移的关系”的一章，作者曾經談到地表形态对于內力作用的依賴关系。在这方面，当时最有成效的是美國學派，而不是休斯学派。

这些批評性意見都涉及到一定的學派对于И.В.穆什凱托夫地貌學觀念的影响。

在探討他个人的研究成果时，我們發現了一些結論，这些結論对于我們現代学者是很可貴的。

И.В.穆什凱托夫根据成因作了关于土爾克斯坦的山勢圖示。所以这是一个地貌學的圖示。И.В.穆什凱托夫不同意李希霍芬的圖示，后者过于重視兩条山嶺方向交叉的意义。同样地，他也反对洪保德所提出的，亞洲中部山地的沿子午綫方向上升的假說。

“所有寬广的天山山系，自其东境巴里申（即鎮西——譯者註）城的巴什套是到帕米尔止（包括兴都庫什山）与卡拉套山系一起，形成了一个数量众多，大小不同的，但是方向一致的弧狀褶皺的总体，其凸处朝向南方，其凹处朝向北方（土爾克斯坦，第一卷，34頁）。

“自塔爾巴哈台至帕米尔，可以看到一系列弧形的褶皺山嶺，这些山嶺主要是在長度和高度上有差別，但是在方向斜坡的性質与地質成分方面非常相同。所有这些山嶺可以很容易被分为三种类型：（1）北部的或塔爾巴哈台式的，属于此类的是阿拉尔、額尔齐斯分水嶺；（2）中部的或天山型的，这是最大的一类；（3）南部的或帕米尔阿萊型的，这类山虽然比前类短一些，但是比它們高。

这几行論述是在半个世紀以前寫的。然而它們與我們現代關於中亞細亞山地的地貌特性的觀念非常一致，并且И.В.穆什凱托夫的概念是在收縮論觀念之下綜合丰富的實際材料而得出的。

這篇文章發表了几年以後，戴維斯訪問了中亞細亞山地。

當穆什凱托夫在中亞細亞為我們描述“地殼雕塑術”的時候，他主要的注意力是放在水平分割點上的（所謂水平分割指山嶺走向在平面圖上的表現），戴維斯則特別重視與垂直分割有關的另外一種的地貌特徵（均夷面，內陸剝蝕高原）。這樣，對於造成山地地形的力的觀點就發生了很大的差異：一個是休斯（還有穆什凱托夫）所認為的水平壓力，一個就是戴維斯的結論——垂直上升力。

穆什凱托夫在其著作中對中亞細亞山地均夷面描述得較少，可能就是這個原因。

A. П. 卡爾賓斯基 偉大的俄羅斯地質學者 A. П. 卡爾賓斯基在科學中提出了一些基本的地貌學問題和解決這些問題的觀點與方向，以後的大批學者又對他所指出的觀點與方向作了進一步的研究。

從地貌學的觀點看來，A.П. 卡爾賓斯基的主要思想表現於其科學研究工作的初期——十九世紀的80至90年代，雖然他在本世紀的前二十五年中也曾把他的學說更加以補充。所以，A.П. 卡爾賓斯基促進地貌學基本觀念發展的時候，也正是外國地貌學的重要時期，保維爾、吉爾柏特、戴維斯、彭克、李希霍芬、休斯等的著作，即發表於此時。

A.П. 卡爾賓斯基查明地球表面一般地理規律的企圖和對形成地球形態的基本過程的闡述是很重要的，在後者中，他提出在現代地貌學觀點上起了重大作用的升降運動。

關於第一個問題，他曾於1888年以題為“關於大陸的外形、分布與構造的規律性”一文加以說明。

A.П. 卡爾賓斯基指出“從一定的方面去觀察大陸時，可以看到它們：（1）有同樣的分布情況，（2）有相近的外形，（3）有相近的山勢關係，（4）有類似的地質構造，總之就是可以看到所有大陸主要要素的一定的一致性”。他以下面的方式把自己的概念具體化起來：

惹人注意的是北美与欧亞大陸、澳洲和非洲等組成的綜合体非常相似，而南美則与南極洲是非常相似的。这些大陸及大陸綜合体不僅在外形方面相似，在地質構造方面它們也是相似的。关于后者，我們可以指出古老大陸骨架分布于山脉右侧的現象（在卡尔宾斯基的圖上）。这些大陸外形的相似性还有其他几点可作为补充（見原書44—45頁）：所有的主要大陸都是三角形的，“所有的主要大陸在山勢方面都是相似的，虽然大陸的面積越大，山系也越複雜……”等。我在这里不可能把所有A.П.卡尔宾斯基提到的規律都列举出來，况且，他对于自己所說的外部規律的成因并沒有做充分的分析。关于后者他只做了一般的評論，由这些評論中可以看出，他是想以总的星体方面的原因來解述他所指出的地球外部面貌的規律性的。他把地球与火星比較，并且說：虽然当我们考察星体外貌的一般規律时，“天文学的原因”是應該加以考慮的，但“地球的內力”終究是主要的。在我看來，后述的觀念，就象对于魏格涅尔學說所做的爭論一样，是非常地正确与合理的。A.П.卡尔宾斯基这个觀念可以說是異常明确的。他寫道：

“除去那些可以在現时判断的以外，在大陸和山脉的形成过程中，主要是地球的內力作用。后者的結果可能完全代替了这些生成物原來所受的影响，即地球旋轉运动或地球外部的天文学原因的影响”（見原書第46頁）。

卡尔宾斯基这部著作对于我们來說來是具有極大的原則性意义的，尤其是他提供了一个范例，即掌握地球地形中“主要的”并解釋这种“主要的”。要知道，我們地貌学者对于地貌学的这一方面是很少注意的。

A.П.卡尔宾斯基是繼罗蒙諾索夫之后的地壳升降运动觀念的創始人。在現代地貌学中，地壳升降运动觀念是起着極大的，甚至于決定性的作用的。A.П.卡尔宾斯基的類似的觀点开始發表于1887年，也就是說，比世人通常認為是造陸运动學說（升降运动）創造人的吉爾柏特所發表的同样的觀点（1890年）还要早几年。1894年，卡尔宾斯基劃分出地壳上的“寧靜”地区。在这种地区，升降运动最不明顯。他把这一部分跟錯动的——“断裂”和“褶皺”的部分相对照。

但是在这些寧靜的地区——象美國的地質学者戴維斯所稱的——地壳并不是不活動的。在細緻地研究类似地区之后，我們可以确信：地球的收缩主要表現于

平緩的向斜与背斜的弯曲上。后者，在占球形表面大部分的地区，至少沿着兩個相交的方向顯出來（1894，見119頁）。

卡尔宾斯基把这种“宁静”地区的运动叫做升降运动（見12頁）。这个运动的特征决定于該地区（俄罗斯欧洲部分）海的順序分布，升降运动直接反映在地形上，形成地形上的高地与低地（見122頁）。自然，外力作用过程——剥蝕和海蝕作用在这里也是起着修正作用的。A. П. 卡尔宾斯基非常重視海蝕作用，他根据一定的理由推断：这种海蝕作用可能使海洋綫远远地向大陸内部移动，并且消滅了当时下沉范围内沒有降低到海面以下的大陸表層（見122頁）。

由此，升降运动就根据海盆外形的变化，海進与海退而被肯定下來。所以說，海壳的运动反映了地壳的升降运动。这种观念虽然并不是大家所普遍采納的，但是，它是很重要和非常正确的。与卡尔宾斯基同时，这个观念也被其他兩位苏联大地質学家列文生－列星格（于1894年，見第四篇和 A. П. 巴甫洛夫（开始于1896年）提了出来。著名的法國地質学家埃·奧格后来也同意俄國学者的这个观念。

卡尔宾斯基关于地形的歷史根源的意見是非常重要的：

“就是在今天，子午綫方向的窪地遺跡还繼續存在……，現在一直伸展到薩拉托夫附近，它的存在可能与南俄一般的緯綫方向的低地及其北方高地的形成有关”。

自然，上面所簡單提到的几点是不能把A.П. 卡尔宾斯基的地貌学观点全部包括在内的。只要提一下他对于烏拉尔地質与地貌，特別是应用地貌学（砂礦）的貢献就足夠了。

但是，为了适合本書的任务，我只談到那些在我們看來与主要的地貌学問題有关联的材料。

C. H. 尼基京 尼基京的主要貢献在于他研究了地形的演化問題，發表了一些直到今日还为世界的地理学者与地貌学者所贊同的見解。

尼基京認為現代俄罗斯欧洲部分地面的基本輪廓是非常古老的；他認為構成現代俄罗斯平原地形的那些力的作用是漸進性的。

“无论地質学者的工作方向是什么——不管是想确定侵蝕作用和断裂位移力的發展与表現的强度，或是想研究这种或那种地質沉積物的地理分布問題与很多

的尤其是地表面形成物的成因問題，或者是想解决实用性的多种的任务——地質学者必然首先要去研究地方的地形。

C. H. 尼基京就是这样地在他对于57頁的俄罗斯普通地質圖的經典型地質描述中解决了地形的年齡問題。

他說，莫斯科省的地形是古老的。在侏罗紀以前及以后到冰期以前，該地地形就已和現代的地形相近。地形的年齡可以用地質學的方法來決定。它比那些表面因侵蝕作用而被割切的沉積（石炭紀的）年輕，而比复盖着这个地表面的沉積層（侏罗紀的）年老。因而得到了一个極了解的方法。在尼基京所著的“莫斯科”專刊問世后五十年的今日，关于俄罗斯平原地形古老性的觀念仍为地貌學者所贊同。我們可以在他的其他著作中找到同样的論点。1894年，C. H. 尼基京在研究第聶伯河源及描述割切的石炭紀岩石地表面时曾經提到：

“我們可以想象，这个地表面在很大程度上是丘崗起伏的，其中有丘陵、窪地和谷地，这些丘陵、窪地和谷地是由于在自石炭紀海退至第四紀沉積（冰川作用的等）以來的長时期中所發生的巨大侵蝕过程而生成的，而上述第四紀沉積物則或多或少地填平了这些古老的谷地与窪地”（見第57頁）。

最后尼基京在其所著的“伏尔加河流域”中說到，瓦尔岱高地乃是与層位較高并为侵蝕作用所割切的、古生代基岩地表面有关系的古老形成物。在基本地形特征的形成方面，冰川現象只有比較次要的意义。

“在这里，走向为正东北的所有基底岩層的平行系統 与地形的主要基本路綫的走向完全一致……冰磧景觀帶常常伴有零星分布的、破坏程度不等的古老基岩的露头，这种景觀帶的主要特征是在地質上的系与它們的个别層之間有階梯狀的分界，关于这点上面已經談过”。

这个結論到后来完全为新的研究所証实。

C. H. 尼基京把A. I. 克魯泡特金主要根据芬蘭实例所提出的古大陸冰川作用理論运用到中部俄罗斯的地方。他对于克魯泡特金是非常欽佩的。他在評論“关于冰期的研究”的作者时曾經寫道：“所有可以作为冰川假說之基礎的东西都应用在这部著作中了，这部可貴的著作以对大量事实的理解和对精确的物理規律之嚴格的科学应用為基礎的。C. H. 尼基京非常正确地重構了俄罗斯平原上的大陸冰川邊界的位

置。他描繪出了一幅使以后的学者对之只能加以补充的情景，这就是：第聶伯和頓河的大冰川舌，深的“舌間地”，冰川边界向东北后退，越过了伏尔加河，进入卡馬河流域。他第一个嘗試描繪了自烏拉尔山移动下來的冰塊境界位置。

C. H. 尼基京对于古冰川現象的兴趣亦不淺。他在自己以后的一部著作中曾經正确地提到——“地理学者常常注意到并且首先注意到这些尚未終了而仍繼續到現在的地球生活階段的歷史，注意到这些主要決定了現代地表的塑造加工的歷史”。

C. H. 尼基京在自己的著作中也談到了这些关于平原冰期歷史的急待解决的問題，如冰川的多次性問題及其證明方法，最后一次冰川作用边界的邊界特點，冰蓋移动与退却的机理，不同类型的第四紀沉積的成因等。关于这些問題他曾在一些一般性論文中分析过，并且也曾在很多的区域性著作中提到过。下面我們就談一些 C. H. 尼基京的观点，把他的观点与現有的观点对比一下是有意义的。

C. H. 尼基京对于俄罗斯平原与欧洲西北部冰期 次数的問題研究得很多。C. H. 尼基京并不是單冰川論者，但是坚决主張一定要对冰川的多次性作嚴正的科学論証（关于这点，很遺憾，就是在目前我們也不能常常看到）。为了解决冰期的次数問題，必須要有細密的、經過深思熟慮的方法。从成因及地方性变化方面來看，冰川沉積“几乎是最複雜的”。“在很多情况下，就是地質学家的主要法宝—古生物学—在研究与对比这些沉積層的时候，也是不起灵驗的”（見第137頁）。

“如果把一層成層的沉積層都認為是間冰期的遺跡，那么普魯士就有8—15个間冰期”，一他这样正确地总结。虽然我們不能夠时常找到間冰期的沉積物，但是它是我們已見到的东西。所以，从原則上說，这个問題的解决是有利於多次冰川論的。

C. H. 尼基京曾經用很多精力研究过的另一問題就是最后一次冰川边界的地貌特征問題。通常学者研究这个問題时都不注意冰磧景觀为侵蝕景觀所替代的情况，而这种情况在俄罗斯平原上是一个突出的特点。很明顯，这个在形态上很明顯的边界反映了已經指出來的冰川边界兩側地方的冰川歷史的不同，并且，只有在其北部和西北部有最

后一次的冰川盖，它的遺跡在地形上还是比較鮮明的。C. H. 尼基京就是這樣認為的。

“在維捷勃斯克及普斯科夫兩省所考察的地区，主要特征是冰磧景觀，这种景觀在進入斯摩稜斯克省的时候就完全消逝了——他这样寫道。——而这个边界同时也是穿过謝別日城以东到达查莫斯帖站的上層冰磧的分布边界，也就是最末一次冰川的边界”（見327, 321頁）。

C. H. 尼基京首先提出了关于冰川末期在广大地区有死冰產生的觀念。只是在很多年之后，这个觀念才为美國学者所發展。而另一个觀念也早已为 C. H. 尼基京提出來了。他寫道，現代山地冰川主要在自己低的一端退却，形成了終磧堤。因为冰川末端位于雪綫下很低的地方，所以一定会有迅速縮短的傾向。

“在寬广平原上的大陸冰塊的界限一定是很少远离自己的雪綫的，当雪綫發生上升趋势时………德意志与俄罗斯的寬广平原上的冰川，象在山岳冰川所發生的情况那样，不僅从自己的南部界綫向后退却，并且也可能分解为很多的个别的冰野。这些冰野为已經从冰下露出來的中間区所分隔。”

A. П. 巴甫洛夫 巴甫洛夫在偉大的十月革命前很久即已开始其科学活动了，他的工作一直繼續到革命后十几年。他所著的与我們的論題有直接关系的最早論文發表于1896年，其晚期的論文發表于本世紀二十年代。由于其著作年代早，其初期作品与以后作品的繼承性，以及这位俄罗斯偉大学者在科学創作方面对地貌学發展的巨大意义，我們必須用數頁的篇幅來談談他。

与我們有直 接关系的 A. П. 巴甫洛夫的一些基本觀念是和上述 A. П. 卡尔宾斯基的觀念相近的。A. П. 巴甫洛夫后期的非常重要的著作較 C. H. 尼基京后期的著作發表要晚很多年。由于这个原因，即不依照傳記的年代，而依照科学思想發表年代的先后，我們在地貌学中，在本章——俄罗斯地貌学發展初期奠基者的活動簡評——的最后一段來談 A. П. 巴甫洛夫。

在 A. П. 巴甫洛夫所提到并解决了的很多地貌問題中，我只想談一些在本書看來应当算做地貌学基本問題的东西。

A. П. 巴甫洛夫在这方面起了很大的作用。他闡述了以下的地貌

學重要問題：地球表面基本形态的成因，海洋水准面移动的机理，現代地貌学者認為非常重要的、地壳平緩弯曲的形成，基本地形形态的分类。

阿歷克賽·彼得洛維奇（即巴甫洛夫）在其晚期的、發表于莫斯科自然科学研究者协会公报（于1922年出版的）中的一篇文章中，論述了关于地球表面基本地形形态的成因問題。他在这篇文章中發表了后述的觀念。我們的星体表面的基本形态因椭球体与地球体的差異而發生，也是由于椭球体表面的冷却与縮小而生。此时，地球表面的弯曲經半徑逐漸減小，在地壳上結晶地盾的中部形成了上升的应力，而在結晶地盾的周圍部分形成了下沉和断裂。这些觀念是叙述得比較簡略的，但巴甫洛夫却比較詳細地叙述了作为地球上地形主要特点的兩個階梯的形成原則（見第四章），这里所說的兩個階梯就是海洋底部水準面与大陸台地水準面——它們被以4000公尺以上的高度間隔分开。

A. П. 巴甫洛夫試圖以对月球地形的觀察作为比拟來說明它們的成因。月球上的地形和地球上的地形一样，也是有兩個階梯的。月球地形中較低的階梯就是月亮的“海”，較高的階梯就是月亮的大陸，在这个大陸上分布着月球的噴火口。A. П. 巴甫洛夫認為这两个階梯的成因是与岩漿作用有关。“海”是壳上較薄的区域，閉鎖在岩漿中的气体容易从这里噴出，結果这一部分的地壳就变得較重而下沉了，因而大陸的特征是該处的地壳比較厚，它被岩漿的岩基与气体抬高。岩漿噴出到地表面的遺跡可以从月球的噴火口上看出。所以，A. П. 巴甫洛夫和現代的地貌学学者一般的看法一样，認為岩漿具有極大的建設性的地貌作用。

“在月球上，其他表面的發展可以很肯定地分为兩個地区：明亮的部分——土地，亦即大陸，而黑暗的部分——就是所謂海，这个海自然是干的，因为在月球上既沒有水，也沒有空气。在大陸的表面上密密地分布着錐形山或环谷，它們的面積大部分都很大——直徑在10俄里左右………”。

由于对这种特殊地表面的研究，而得到了一个結論，就是在最初的薄壳形成之后，充滿了熾热气体的深处岩漿时而在此处逆裂地壳，时而在彼处逆裂地壳………由于这些气体几乎在任何地方都沒有可能

找到自己的出路，充滿气体的岩漿愈來愈緊張，結果不僅使得直徑在几十俄里左右的地壳被熔解，而且使得直徑在百俄里左右的地壳被熔解。發生了熔岩海，迸放出熾热的氣流；岩漿在寬广的地表面上冷卻了，从多余的气体中离析出來；天体体積的收縮加速度地進行，結果使熔岩海的水准面現在在某些情况下顯得比陸地的平均高度低4—5公里（見第19頁）。

下部階梯——月球的“海”面和地球上世界洋底面相类似，就是这样形成的。“在这个时期，月球表面的演化分为兩個地区：分布錐狀山的大陸及熔岩之海”（見第20頁）。在其反映为上述兩個階梯形成的岩漿作用中，也發生了發熱的化学反应及放射能的分解作用参加。巴甫洛夫坚持地球的收縮說与冷却說，不过他認為：由于热量自地中放散于地壳而造成的逆作用与收縮、冷却作用互相斗争，所以这种收縮、冷却的过程是很緩慢的。这也是現代大地構造学的進步觀念之一。遺憾的是上述 A. П. 巴甫洛夫的觀念在俄罗斯的地貌學者中并沒有得到反应。B.A. 瓦爾桑諾費耶娃指出这个事实，她說：“在俄文文献中，A. П. 巴甫洛夫的工作現在还没有得到反应，这就是对很多有趣的假說的整理”（見第195頁）。

第二个問題——我上面曾提到的——就是海進的机理。这也是地貌学的主要問題之一。后面將指出，海的磨蝕作用和堆積作用是主要的地貌因素。因此，我們应当努力地研究这种有时迫使水衝向陸地，有时又迫使海水后退的力量……企圖研究这种力量的学者是很多的，其中最主要的一人就是休斯。他認為海退是由于海洋盆地底部的下沉而造成的，而海進是由于很多的原因而發生的。但在这些原因中，他排斥海洋底部的構造隆起这一原因。因此，他对構造作用在海洋水准面运动中的作用的了解是片面的，只从地球收縮論上來了解。

休斯把海洋水准面的实际运动叫做海面升降运动（*эстатические движения*），以此來和似是而非的海洋水准面的运动相区别（譬如，海岸地段下沉就会造成海進的錯觉）。但是，依照休斯的說法，海洋水准面的海面升降运动的原因是極其多样的（如海洋盆地为搬运物所充填，地球旋轉速度的变化等）。所以上述的分类在成因上說來

是模糊不清的。

A. П. 巴甫洛夫的觀念是非常确切的。第一，他認為地殼運動有極大的作用，是促使海洋水準面發生變化的因素。構造作用不僅引起海退（休斯語），而且也引起海進。第二，他依照海洋水準面變動的生因，將它們非常明顯地分為兩類。這就是地動型海洋水準面變動（геократические движения）與水動型海洋水準面變動（гидрократические движения）^①。前者反映了構造作用，後者反映了水圈本身的作用（譬如，大洋中水量的減少）。關於構造作用對於海進與海退所起的作用，A. П. 巴甫洛夫在研究俄羅斯平原中生代海的歷史時曾經加以肯定。關於這個問題他首先在1903年就已經精確地發表了肯定的見解，以後又在1909年發表過。現在我們把他的第二篇文章摘錄在下面：

“幾年以前，由於拉帕朗的請託，我曾為他所編的“Traité de Géologie”中畫了一幅侏羅紀與白堊紀各期俄羅斯的海陸分布圖，這個海盆的面積與輪廓……在中生代的每個時期中都是不同的。其中只有下卡洛或上尼歐克姆期的海岸線變化原因可以歸於，至少可以局部地歸於北半球海洋水準面的普遍上升，在其餘時期中，海岸線外形的變化並不伴隨海水的灌入而這些變化的原因我們應該從地方性運動——地殼的徐緩上升與拗陷——方面去找”^②。

這些“地方性運動”造成了地殼上大陸地區“非常長、並且寬而平緩的拗陷”，後者是和向斜褶皺及地槽完全不同的，並且在科學上還沒有專門名字，我建議稱它們為“陸向斜”（同上）。

A. П. 巴甫洛夫在1898年及1909年引用了關於陸向斜的概念。H. C. 沙茨基指出它與阿本丹囊（及瓦·彭克）的大褶皺概念及哈爾曼的大陷落凹地概念相近。在下面我們將看到，依照現代觀點，這種形成物的地貌作用是很大的。“大褶皺”是現代地貌學中的基本概念之一。一般認為這個概念是阿本丹囊在1912年所提出的。但是，如我們所看到的，這個概念的真正作者乃是A. П. 巴甫洛夫，他預示了他的國外同道的觀念。

^① 這兩個名詞巴甫洛夫引用於1896年在倫敦地質學會季刊52卷上所發表的文章內。

^② 著重點是我加的——馬爾科夫。

这个事实被苏联的地貌学者所忽视。他們中間有很多人都記得瓦·彭克的名字，但是却沒有一个人提到我們的同胞——A.П.巴甫洛夫！A.П.巴甫洛夫的这个观念与 A.П. 卡尔宾斯基的極相近。这就是他所提出的第三个問題。

最后，我們再談談 A.П. 巴甫洛夫关于地形基本类型的区分的觀念。这些觀念發表于論述平原地形成因的著名論文中(1898年)。A.П. 巴甫洛夫在这篇文章中把地形分为侵蝕地形、堆積地形，并且特別注意構造地形。按照我个人的觀点以及很多偉大的地貌学家的觀点，上述三种地形类型應該做为地形形态成因分类的基礎，我以后也將采用这个分类的原則。另外，A.П. 巴甫洛夫还有一个非常正确的意見，就是他認為地球上地形的基本类型就是山岳地形和平原地形，这样的区分不僅在山勢方面來說是合理的，并且在構造—成因方面來說也是同样合理的。后面我們就將应用这个区分法，因为他所說的是正确的，他曾說道：“首先并且最清楚地划分出兩种山勢类型：平原——这是很寬广地开展着的地区，其上平坦或丘陵起伏，有不高的坡地交錯于其間，和山脈——帶有尖頂，并有縱谷和橫谷。它們之間的差異与地質原因有关”(1898年，見第95頁)。

我們可以看到，A.П.巴甫洛夫在地貌学理論方面的貢獻，是如此的巨大。他是這門科学的創始人之一。在这里我不能再論述 A.П. 巴甫洛夫的其他觀点，那些觀点虽然也与地貌学有关，但所涉及的問題并不是本書所要談的。只要再举出一类就夠了，例如A.П.巴甫洛夫此外还在科学中提出了关于坡積作用、潛蝕作用的概念，他畢生研究了冰期內的冰川現象等等。

結論 把俄罗斯地貌学思想方面的遺產加以簡略的論評——这是过去任何人都沒有做过的事。这种工作需要研究大量地貌学与地質学等方面原著。因为这个目的是超越于本書緒論一章的任务的。所以我只能把我國最偉大的八位学者的觀点加以簡短的分析。

从这个分析中，可以得出一些一般的結論。首先，我們可以看到，俄國学者曾經想过很多的地貌学基本問題，并且为解决这些基本問題做过很多工作，如：星体地貌学 (планетарная геоморфология)；

地形类型与地球內力作用的关系，河谷形成的規律，地形的演化及其确定方法，地形与古冰川作用等等。其他很多的地貌現象——有一部分已在上面談过——也是为上列的学者所补充和闡述的。

以上所列举的問題及对于地貌学問題的精湛而独特的見解，使我們有足夠的理由來斷定，早在十九世紀后半期地貌学在俄罗斯就已經成为一个發展起來的科学部門了。它的最終形成，在俄國和國外約在同一时期，并且是基于同样的一些進步思想的，譬如：达尔文的進化論思想和萊依尔的現實主义觀点，和更早的罗蒙諾索夫的思想等。

这就是我們在介紹俄國地貌学歷史的时候为什么只叙述十九世紀中叶这一时期的原因。在那个时候的俄國地貌学者所集中研究的問題中，有些基本問題在今日仍是有价值的。

其次，必須認為，我們的先進地貌学者，是繼承了前輩的觀点与影响的。謝苗諾夫、克魯泡特金、道庫恰耶夫、穆什凱托夫、尼基京、卡尔宾斯基、巴甫洛夫等并不是孤單單的一些科学家，而是科学潮流——地貌学——的代表。

譬如，謝苗諾夫有很多关于山地地形的觀点以后为穆什凱托夫所發展，克魯泡特金关于古冰川作用的假說成了尼基京的概念和基礎，巴甫洛夫的觀念和卡尔宾斯基的觀念相关联……等等。

在俄國革命前地貌学中的第三个相当重要的特点就是对于國外地貌学觀念的确定无疑的影响。謝苗諾夫和穆什凱托夫向世界科学揭示了中亞的地貌真相，克魯泡特金所著的关于西伯利亞的著作也有同样的意义。

年青的謝苗諾夫在中亞地理方面的學識是如此的淵博，甚至年高德望的喀爾·李戴尔在謝苗諾夫去中亞旅行以前就承認他的學識比自己高。

李戴尔“和我認識以后，非常喜欢我，他把我当作他的翻譯和評論員，他告訴了我所有地理学家感到兴趣的滿清帝國和中亞的情况，并且他对我說，对于亞洲这些地方的地理知識，我所了解的要比他更切实些”——П.П.謝苗諾夫以后會这样說过。

上述俄國学者的著作很多都在國外的科学出版物中發表了，这也

促進了俄國先進地貌學者思想在國外的傳播。

革命前的俄國地貌學畢竟表現得有一些胆怯，不能充分地認識到自己的功績，過分的注視“外國”。而对于每個地貌學者間觀念的繼承性，尤其是對他們在國外地貌學界的功績，認識得更是不夠。

И.В. 穆什凱托夫在其所著的“物理地質學”一書中沒有一處提到作為河流侵蝕學說創始人之一的道庫恰耶夫的功績，國外的地貌學者尤其未曾完全估量過上述各偉大俄羅斯學者在地貌學上的貢獻。他們的名字應當放在我們地貌學的首章，毫無疑問，我們的學者對此是足以當之而無愧的。

我只能談到最偉大的學者。在這裡還需要補充的，就是這些學者，如 А.П. 卡爾賓斯基、А.П. 巴甫洛夫、В.А. 奧勃魯契夫及其他很多學者在十月革命以前和以後仍從事於地貌學方面的研究工作。

在蘇維埃時代，成立了由А.А.鮑爾佐夫、И.С.舒金及愛傑爾什捷因等教授組成的莫斯科大學與列寧格勒大學的地貌學派。有很多從事於地理學、地質學與水文學等學科研究工作的蘇聯學者也就是蘇聯地貌學的真正奠基人。在以下各章結合著敘述現代地貌學的各個問題時，還要提出蘇聯地貌學者的觀念。本書的各章意旨是把今天的地貌學做一個概括的敘述，並且把蘇聯地貌學者在地貌學上的功績加以評價。

第二篇 內力因素在地形 形成中的作用

第四章 星体地貌学的几个問題

地球是椭球体 关于作为行星之一的地球形狀的概念經歷过几个發展阶段。在紀元前九世紀，荷馬曾以詩歌的体裁把地球描繪成平底的圓盤。在紀元前数百年間，学術界出現了关于 地球是球形的概念（紀元前 384—322 年的亞里士多德；紀元前 272—199 年的埃拉托斯芬）。

然而，就是哥倫布也是因为不相信地圓之說才去航海的，当时他認為地球之为椭球体還沒有被証实。只有麥哲侖的环球旅行（1519—1522）才打破了这种怀疑論。地球自此 才被承認是具有椭球体形狀的。

現代的科学的概念是把地球看作为轉動的椭球体。当我们說地球是地球体时这个概念就更加精确了。球体（Земля-шар），椭球体（Земля-сферионд），及地球体（Земля-геоид）——表示着近于真正的或物理的地球表面的三个順序阶段的概念。

椭球体是地球沿着地軸轉動的形态，地軸的特点是在兩極縮短。

椭球体的数据是这样的：

赤道半徑的長度.....6,378,388 公里

兩極半徑的長度.....6,356,312 公里

扁平率（величина скатия）.....21,534 公里，或 $\frac{1}{297}$ （赤道半徑与兩極半徑之差对兩極半徑之比）。

表面的面積.....510,000,900 平方公里

体積.....1,083 十億立方公里

上列数字是赫依佛尔德 (Хейфорд) 在1910年提出的。苏联的大地測量学家 Ф. Н. 克拉索夫斯基 (Красовский) 指出：这些数字主要是引用美國的資料；苏联的大地測量工作使得上列数字有所改变。依照克拉索夫斯基的意見，地球的長軸还要短一些（6,378,245 公里）并且地球是不甚扁平的（1:298·6）。

我們必須談一談：給予地球以球体形狀的那些力的特性；这个形狀在主要力变化的影响下所發生的变化；球体的形狀变化如何表現在第二級的形态中；以及相反地，第二級的形态变化如何表現在第一級的形态中——表現在球体的形狀上。

早在地球是球体这一觀念發展的初期，很多这类的問題就被提出來并且被解决了。

牛頓和惠根斯的觀念 問題的歷史开始于牛頓的时代（1643—1727）。1672年，法國的天文学者里謝（Ришелье）發現；把巴黎的有擺的天文鐘搬到开云（Кайенн）（靠近赤道的一个地方）^①，天文鐘每一个晝夜要慢 $1\frac{1}{2}$ 分。牛頓把这种現象解釋为赤道一帶重力減小的結果，因为“地球在赤道一帶稍微高一些”。

牛頓的想法对我们說來是異常重要的。牛頓認為，地球是椭球体，其扁平率 $a = \frac{1}{230}$ 。因此，他所提出來的地球扁平率的数值比后來計算的地球扁平率数值（1/298）稍微大一些。惠根斯（Гюйгенс）（1629—1695）計算的数值說明了牛頓所計算的誤差的原因所在。惠根斯也算出了地球体的扁平率，不过他所得出的数值远較牛頓的数值要小，他的数值是 1/576。

牛頓和惠根斯的計算結果为什么互不相同呢？牛頓認為地球是性質均一的物体，他并且認為：地球内部的每一个点不僅受着朝向地心的引力，并且受着來自地球其他各点的引力。在这种情况下，椭圓球体伸展得比較厉害，重力随深度的增長只能到一定的深度，所以离心力相对地就变大了。惠根斯采取了相反的觀点，他假定：地球各

^①开云所在的緯度为北緯40°56'。

处的引力都是朝向中心的，地球的所有質量都集中在中心；地球其他部分的密度都近于零。在这种情况下，椭球体的形态必然近乎球的形态，因为离心力的意义是比较小的。

現在我們可以看出：（1）地球的形态不僅决定于地球轉動的速度，并且决定于其構造的同一性的程度；（2）地球扁平率的正确数值是介于牛頓和惠根斯的数值之間的。这就是：

$$1/230 > 1/298 > 1/576$$

杰里梅爾特（Гельмерт）認為：重力在地球內部逐漸增加到一定的深度極限，这个深度極限大約是 1000 公里。在深于 1000 公里的地方，重力又逐渐減小。在地面上，重力較在 1000 公里的深处小 5 %。

不过在地球內部各点受到地球內圈（сфера）和外圈的引力之时，它們的構造，也就是物質在各种深度的分布情况，并不是毫无差別的。

所以，当把太陽系內各个行星的扁平率与它們的旋轉速度互相对比的时候，我們看不出來这两个数值之間有什么明顯表現的关系。圖中的数字是很錯雜的，这是因为受了第二因素——各个行星的不同程

太陽系內几个行星的扁平率

名 称	繞軸轉動一周的時間	平均 密 度	扁 平 率
地 球	23小時56分	5.5	1:298
火 星	24小時37分	4.0	1:192
木 星	9小時50分	1.3	1:15
土 星	10小時14分	0.7	1:10
天王星	10小時42分	1.3	1:14
太 陽	25个晝夜	1.4	—

度的構造同一性——的影响所致（見上表）。

譬如，火星的扁平率較地球大很多（1/192与1/298），而火星的轉動却較地球稍慢（地球——23小時56分，火星——24小時37分）。

所以，地球的外形也决定于它的内部構造。

不过，地椭球体的外形自然也决定它自轉的速度：土星、天王星

和木星等的扁平率是很大的（ $1/10$ — $1/15$ ），它們的旋轉速度（9小时59分—10小时42分）也比地球大。

旋轉速度与地形 为了說明地球表面的基本起伏形态，計算在不同旋轉速度下的地球強度（прочность）也是很重要的。計算的結果如下：赤道一帶的离心力相当于地球引力的 $\frac{1}{289}$ （在这里离心力最大）。

离心力与地球轉動的角速度的平方成正比。如果角速度增加17倍，則离心力就增大 17^2 （289）倍，也就是说，物体在赤道一帶失去了自己的重量，即地球物質的一部分發生分裂出去的現象。实际上这样的災变早就應該到來了，因为随着旋轉速度的加快，地椭球体變得愈來愈凸起，那么赤道的旋轉速度就会更加增大。

当一个晝夜的时间为 $\frac{24}{17}$ 小时以上，或1小时又25分以上，赤道

軸的長度为地球的兩極軸的2.7倍时，地球的破裂就發生了。这些計算对于我們虽然沒有直接的重要性，但它也是有一定意義的。說到这里，我們就要談談地球的衛星——月亮从地球分裂出去的事情。有很多学者認為这个災变与地球表面主要特点之一——太平洋海盆的形成是有关系的。譬如，我們最偉大的地球化学家 В. И. 維爾納茨基院士就曾經这样想过。

我們可以認為：現代地球具有巨大的——15倍以上的“強度儲量”（запас прочности），而自轉更慢的太陽甚至具有200倍的強度儲量。相反地，旋轉迅速而兩極扁平的土星，其質量極不穩定。土星的強度儲量只有 $1\frac{1}{2}$ 倍。在行星的歷史中，当这种儲量一旦耗尽的时候，土星的环就会被分裂出去。

所以我們說，地球是圍繞着自己的小軸而轉動的椭球体；这种轉动形成了椭球体的形态。不过，由于地球物質越靠近地心越坚实，所以椭球的形态表現得并不十分明顯。地球的旋轉速度是可能發生变化的。如果其旋轉速度增大到某个臨界值，这时就会有地球的一部分物質——一大“滴”——从地球的赤道分裂出去。月亮就是这样生成的。自月亮生成之时起，地球的旋轉速度就变慢了，至少必須加大17倍的

旋轉速度才能重又發生類似的災變。

地球旋轉條件的變化能夠使地形發生哪些變化呢？有沒有類似的假說呢？我們首先可以談一談作為地表形態變化的原因的地球旋轉速度。毫無疑問，在有關這兩種現象的許多假說中，最引人注意的就是阿·魏格涅爾（Вегенер）的假說。

魏格涅爾以地球的轉動解釋兩種現象：大陸向赤道移動（所謂“自兩極逃亡”）及大陸向西方移動。

魏格涅爾用離心力的作用來解釋大陸向赤道的移動，這個過程是這樣的：

大陸的比較輕的地塊（矽鋁層=矽+鋁）漂浮在比較重的矽鎂層（矽+鎂）之上。

地球是由同心圓形的殼構成的橢球體，這些殼的表面並不是互相平行的。矽鎂殼的表面不如矽鋁殼的表面那樣扁平（橢球形），也就是說，不如地表面那樣橢球體化。換句話說，愈靠近赤道矽鋁層的厚度愈大。假定矽鋁層地塊是漂浮在矽鎂層的上面，在這個地塊上有兩種相對的力起着作用。重力的方向是向下的，是垂直於地表面（矽鎂層表面）的；而阿基米德浮力的方向是向上的，把地塊自矽鎂層向上推起，是垂直於矽鎂層表面的。由於兩個面不相平行，垂直於這兩個面而作用方向相反的力就構成了一個角度。我們可以想像出這兩種力所構成的平行四邊形及其所生成的合力，後者顯然是朝向赤道的。依照魏格涅爾的說法，這種力就是促使大陸自兩極“逃亡”並且把它們向赤道推動的那個力。地質學者施陶布（Штуб）發展了這個觀念（雖然曾稍加改變），他曾以鮮明的色彩描繪了大陸的“逃亡”情況並重構大陸原來的位置。

施陶布寫道：“在這樣巨大的、總的造山運動機理中起主導作用的就是離心力，由於離心力而發生了最初的震動，使得地殼下的流體經常重複而有規律地交替活動著，離心力是這種活動的主導因素（великий направляющий момент）。在巨大的更替過程中（大陸自兩極移動的過程中，大陸在兩極漂浮的過程中）流體的活動經常制約著地球上經常重演的造山運動”（參看原書261頁）。

施陶布在這樣動人的詞句中敘述了離心力在地形形成中的作用。

然而这种作用的程度还是說明得不夠充分的。有一位美國的學者曾以如下的方法來說明这种力量在中緯度地帶的作用。他說：这种力量可以和 500 艘停泊在曼赫天（Манхэттен——紐約中部）地方的伊莉莎白女王型航船相比較。然而以这样的力量來說明大陸向赤道滑動是与实际的力量相差几千倍的（即使砂鋁壳真正可以在砂鎂壳上滑动的話）。

現在我們再來談談魏格 涅尔假說，我們可以看到，由于許多原因，这个假說并不能給我們解答地球現代面貌的問題。

現在我們需要注意的就是： 地球的整个形态及其个别主要輪廓（черты）的形态都是或多或少与地球的轉動及因地球轉動而生的离心力有关的。

然而自从月亮从地球上分裂出去以后，在因月亮而生的漲潮的影响下，地球的轉動逐漸变慢了。潮水阻力的机理可以很容易地用簡單的略圖表示出來（圖 1）。

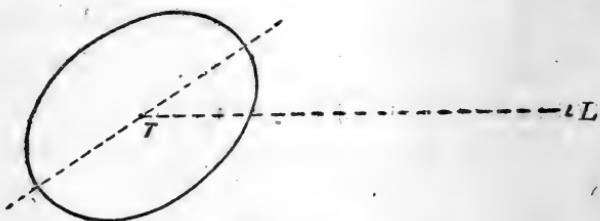


圖 1. 地球轉動时潮水阻力的机理

假設月亮 L 使地球表面發生了潮水，地心位于 T 点。在潮水形成的时候，地球是一个向着月球（ L ）这一方面伸展着的椭圆球体。地椭球体的形态因潮水的生成而在地表面相对兩部分特別突出地表現出來。但是按逆时針方向轉動的地球，由于水的附着力，在自己轉動的时候也帶着潮水一起轉動，潮水所处的位置如圖所示。椭球体的長軸与 $T-L$ 这个方向形成一个角度。椭球体的潮水凸出部分就会被月球拉到与地球轉動方向相反的那一面去。于是地球的轉動便受到阻滯而變得慢了。

上述月球对潮水的引力作用使得地球轉動速度从这种机理發生之時起大約減慢到 $1/6$ 。

最重大的地貌学上的問題——所謂地球不对称的成因問題——也与月球的形成有关系。

问题是这样的：地球的質輕的矽鋁層在海洋地帶比較薄一些，并且，据很多著名学者的推断，矽鋁層在海洋地区是根本不存在的。他們認為最大的海洋地区中——太平洋——矽鋁壳已經破裂。矽鋁層的不存在構成了地球的不对称。

В. И. 維爾納茨基也承認了地球的这种構造与地形的特性。

維爾納茨基說道：“在地球構造中存在着連續性(сплошность)的破裂現象——地壳連續性的破裂，它是从生物圈开始的。”

花崗岩壳——矽鋁壳——也破裂开了。花崗岩在太平洋底部是不存在的。“在太平洋中，淤泥下面應該是花崗岩以下的重壳。在具有几个壳的行星中表現得很明顯的不对称地区在这里就結束了。”在太平洋地区为什么沒有花崗岩壳呢？維爾納茨基在其結論中說道：“我認為：地質学者应当重視天文学者所做的关于月球的結論”（参看原書259，262頁）。

維爾納茨基認為月球是从地球上分裂出去的，而且是發生在太平洋地区。在这里，地球的花崗岩壳以及一部分較重的花崗岩下的地壳都被分裂出去了。这个假說还在达尔文的时代就已提出來了，以后很多的、几乎完全是國外的地質学者与地球物理学者發展了这个假說。他們的名字是，皮克林 (Пикеринг) 、魏格涅尔 (Вегенер) 、施陶布、博恩 (Борн) 。魏格涅尔認為：正因为月球分裂出來了，才引起大陸的滑动，它們力求填补已經形成的“創痕”。所以現代矽鋁壳也發生破裂。不錯，月球的体積为太平洋海盆容積的三倍。不过后者可能是逐漸“束緊”的。人們可能又要引証月球的比重。月球的比重为3.28。这个数字大于地球的矽鋁壳的比重 (2.7—2.8) ，不过这个差異可以很簡單地解釋为：矽鋁壳下較重岩層橄欖岩層也分裂出去了（橄欖岩的比重大約与月球的比重相等）。

然而我們必須提到的就是：哈尔曼 (Хаарман) 認为月球自地球分裂出去的地点是在中亞山地，对于这个假說大部分的苏联学者都是不同意的。地球表壳的不对称現象也是被 В. И. 維爾納茨基过分地誇

大了。

但是，怎样來对待上述的假說呢？这个假說的确是存在着。而且它把太平洋的成因——地貌学問題——和整个地球的生命联系起來。

无论如何，因月球而生的潮汐是有影响的，这点是大家所公認的事实。至于它在数量上的表現則决定于某些地形細節。这些地形細節决定着潮水摩擦力的大小在地質年代中的变化，决定着地球旋转速度的減慢。地球轉动可能進行得并不均匀。因为地球的局部形态是受地球的总形态所制约的，同时总的形态又是由局部形态所决定的。

問題在于，潮水的波浪影响的深度不大，它对海底的摩擦只表現在淺海中。

泰勒与哲夫礼士（Джефрейс）曾于 1920 年計算各个海中潮水摩擦力对于地球轉动变緩的影响。每个海的影响是不同的，这与因浪潮摩擦力而產生的能有关。他們所做的計算包括欧洲、亞洲及北美洲的海水，并且得出这样的結論：白令海所放散的能約为所有各海放散的能总量的 $2/3$ ，也就是 $11 \times 1 \times 10^{18}$ 尔格/秒及 7.5×10^{18} 尔格/秒。

誠然，白令海較其他已調查的海的深度都大一些，所以它的潮水的影响是比較小的。但是白令海在阻滯地球轉动方面的作用却是最大的一个。

在过去的整个地質歷史中，为陸緣海所占据的面積曾經变动过很多次。通常，在構造不穩定的年代中，地形被強烈地切割，陸緣海占有很小的面積。相反地，在構造穩定的年代中，陸緣海（эпиконтинентальные моря）的面積就都增大了。由此可以得出一个假定：潮水的摩擦作用虽然是在不断地進行，但是摩擦力的大小在各个时期是不相同的。地球的轉动是飛躍式地变緩的——在構造穩定时強烈变緩，在構造不稳定时微弱变緩。

有趣的是，就是在現代，地球的轉动速度也是在飛躍式地改变着；这样的飛躍改变曾發生于 1667、1758、1784、1864 以及 1887 年。这些变化的原因，正如 П. П. 巴里斯基（Парийский）的分析所指出的那样，是可以用地球半徑微小的变化（5.6 公尺）來解釋的。

到現在为止，我們一直是从这样一个假定出發的，就是：地球轉

動的軸在地球體內所占的位置是不變的，因而，兩極的位置也是不變的。然而這樣的推斷是不正確的。地軸的位置，以及兩極的位置，是在變化着的。這種變化決定於地球上地形的比較微小的變化。而前者變化又反過來影響地形。首先必須注意的是：在現代，兩極也是在變化着的。在兩極的移動、地震以及某些地面單元的季節性地理變化之間，具有一定的聯帶關係。

地軸的位置與地球的地形 當我們論述到兩極位移的問題時，我們必須注意這個過程的各種推動力在理論上的可能性。

1. 某些學者認為兩極的位移是地球的矽鋁殼沿着矽鎂殼滑動的結果。這樣的位移可以說是相對的，因為從地球的基本物質（自矽鎂層表面及更深的地殼起）這一方面說來，兩極的位置是不會改變的。南斯拉夫的地球物理學者米蘭科維奇（Миланкович）曾在第二次世界大戰前不久（1934年）描述過這樣的兩極位移（矽鋁殼的滑動）。他認為：由於矽鋁層沿着矽鎂層滑動的結果，兩極自太平洋地區移到現代的位置（自古生代時開始移動），它並且還有朝向同一方向移動的趨勢，也就是說，還有朝向歐亞大陸行動的趨勢。

屬於這個觀點的另外一種說法就是魏格涅爾的觀點。他認為矽鋁層並不是整個地移動的，而是與大陸相當的個別部分的移動。

關於矽鋁層在矽鎂層上有巨大的水平位移的假說，也就是兩極相對位移的假說，根據地球物理學的原理（這個原理我們將在下面談到），是不能使我們贊同的。

2. 與地球體內轉動軸位置的變化相關聯的兩極位移可以叫做兩極的絕對位移。這種位移可以和放在地板上的球圍繞著自己的軸作一定時間的轉動這一情況相比較，球的一個極通過球與地板的接觸點。如果我們轉動這個球，使它仍舊轉動，球的支點相應地移動，這時球的內部就會發生旋轉軸的位移。現在我們再進一步注意地球兩極的絕對位移。

位於同一緯度（北緯 39.8° ）的6個天文站依照國際間的計劃正在研究兩極位置的現代變化。這些天文站中有一個位於蘇聯的基塔布（Китаб），有三個位於美國，另外在日本和意大利各有一個。

兩極的現代位移大約在14個月及一年中有兩個時期。對平均位置的偏差不超過 $3/4$ 秒，或20公尺（在經度上1秒為31公尺）。

讀者在圖2（據A.Я.奧爾洛夫）中可以看到1915—1928年間北極運動的特點。

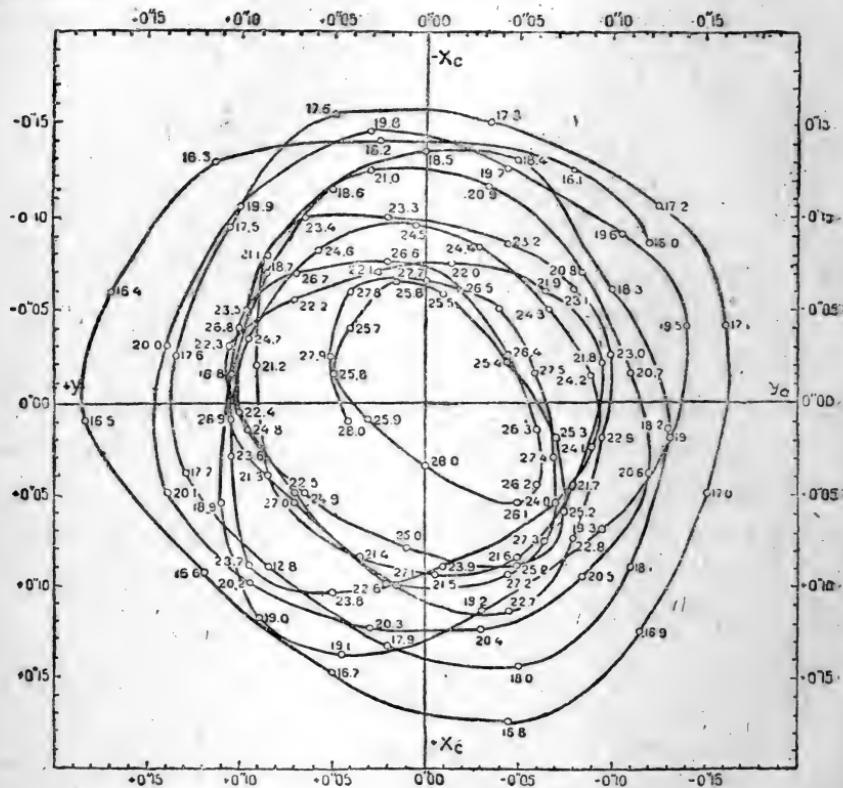


圖2. 兩極的現代位移（據A.Я.奧爾洛夫）

兩極年位移的原因是純屬地理性的：氣壓的年變化，以及由於冬半年形成的雪蓋而發生的大陸質量的變化。這些現象間的相互聯繫對我們說來是極值得重視的。我們可以看到：地球運動的一般特徵也因地方性的變化而改變。

地軸位置的巨大偏差對地面的影響當會更大一些。然而我們必須說明；兩極位置的巨大變化，譬如說，達幾十地理度那樣大的變化，

目前我們還沒有理由去这样推断。尤其是，兩極的比較大的位移是与事實不相符合的，不象是真实的。柯本（Кеппен）和魏格涅尔把第四紀初期的北極放在北緯 70° 西經 60° 的位置上，并且描繪了他們所認為的自阿拉斯加岸移向現代位置的、一条長長的道路。然而北半球古冰川的分布特性只有在兩極并未移动或者移动得極少的情况下才能理解。問題在于：古冰川的輪廓是与現代气候情况的特性相符合的，也就是說，它是与兩極及經緯度的現代位置相符合的。

所以，我們可以認為兩極的位置变位是比较小的。

据推算：地中海面升高1公尺可能使兩極也移动1公尺。北美与欧洲的古冰川會使兩極位置移动8公里。山岳的隆起与沉降也反映在兩極的位置上。譬如，假定亞洲为侵蝕作用夷平至海面，则北極可能移动40公里，也就是說，可能移动 $1/3^{\circ}$ 。不言而喻，地理上的变化固然可以影响于兩極的位置，而兩極位置的些微变化也能使地面地形發生很大的改造。这一点从上面所列举的数字对比中可以很容易地看出來。

上面所列举的数字的相关性都是假定的。然而問題并不在于数字，而在于現象的本質。这种本質就是：地形对地球自轉速度的变化和地軸的位置有所反应；相反地，与地面物質分布情况有关的地形变化——甚至于就象雪盖之堆積那样細微的变化——也經常反映在地軸与兩極的位置上。

就是这种关系（无论是否全面的或者是局部的）使得地貌学者必須去研究地球表面的基本特性。

地球是地球体 現在我們可以談談地橢球体的形态。我們已經論述过了由于地球轉动速度的变化与地球旋轉軸位置的变化而引起的地球形态的变化。

接近于地球表面真实形态的是**地球体**（геоид）。

地球体是由重力大小与重力方向所决定的地球表面形态。依照上面所述，决定地球体輪廓的資料是：（1）重力異常的重力測定和（2）鉛垂綫（линии отвеса）的方向。根据这些材料及其他材料，我們就有可能測繪出地球体的輪廓。

关于地球体的觀念是十九世紀70年代李斯廷（Листинг）在學術

界提出來的。李斯廷認為：地球体与椭球体的差異僅在于地球的外部地形，此差額达 500 公尺。我們曉得，从数字方面說來，这个觀念是需要加以根本上的修正的。

如我們所看到的，地球体是由任何一点上都与重力方向相垂直的水平面所構成的。所以，地球体的表面反映了物質分布的主要特点，这些物質影响到重力的方向。

可以說：地球体的表面乃是大陸与海洋的綜合表面，也包括構成大陸和海洋的物質。关于地球形态的概念，象球体、椭球体及地球体等是逐漸接近于地球表面的真正形态的，不过地球体这样的概念也只是一个近似的概念，地球体的地形也可以叫做地球的積分地形（интегральный рельеф）。有的时候学者認為：由于大陸物質的引力，地球体在大陸地区應該高一些，在海盆地区應該低降一些。然而实际的情况是比较复雜的。一般說來它是这样的。

依照錫爾翁年（Хирвонен）的說法，地球体的最高波，位于大西洋（125公尺）中与太平洋（100公尺）中。所以，在海洋地区地球体

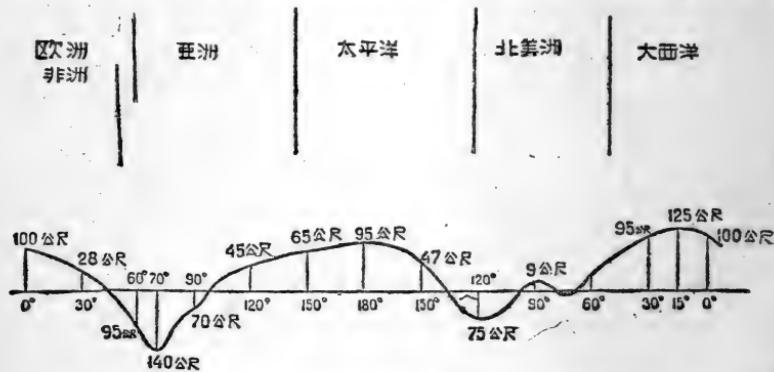


圖 3. 依照錫爾翁年的資料繪出的地球体的赤道剖面
(据 П.М. 高尔什科夫, 1946年)

是高于椭球体的。在大陸区情况是这样的：西欧地方地球体的高度是正的，不过它的高度向东遞減，自莫斯科所在的經綫起，地球体就低于椭球体了。东經 70 度地方是地球体表面最深的窪地——140公尺。从伊尔庫茨克起，地球体的表面才重新升起到椭球体的表面之上，在太

平洋地区仍旧停留在它的上面。然而在美洲西岸，地球体又沉降到椭球体的下面（达75公尺）。在美洲是地球体的小的负向波形和小的正向波形。

地球体赤道部分的緯綫剖面（圖3）很清楚地說明了这样的情况。

我們可以看到：地球体与椭球体的偏差比起來李斯廷所想象的要小得很多，而且，这些偏差所反映的并不就是地球的真正地形的綜合表面。恰恰相反：对于地球的真正的表面來說，地球体的表面只是一个較平滑的表面，我們在將这两个表面对比之后就可以断定：大陸，尤其是山，是較海底“輕”的。这也就是决定地球体正向波形与负向波形的位置与大小的主要原因。它造成了与李斯廷所想象的完全相反的情况。

自然，地球体的形态是發生过变化的，椭球体的形态也是这样。地球体的形态必然因地球内部的物質移动而变化。物質移动是由于最广义的所謂構造生成过程而引起的。我們引用 Ф. Н. 克拉索夫斯基的話來說明引起地球体形态发生变化的某些一般原因。

上述地球体的波形在其相切的緯綫剖面上表示出來。这就是經緯波形。此外，我們可以推斷还有地球体的緯綫波形。得出緯綫波形的根据是：在高緯度地帶主要是正号的重力異常，而在低緯度地帶主要是负号的重力異常：

緯	度	重力異常 (毫伽利①)
自 + 30°	至 + 40°	+ 28.2
+ 20	+ 30	+ 9.3
+ 10	+ 20	- 2.3
0	+ 10	- 0.9
0	+ 10	- 25.7
- 10	- 20	- 14.4
- 20	- 30	+ 1.7
- 30	- 40	+ 9.9

①伽利 (гал) ——这是为紀念伽利略 (Галилео) 而定名的計算重力的單位。

1 伽利 = $\frac{1 \text{公分}}{1 \text{秒}^2}$ ，(能使物体在1秒中加速1公分的力量)。

毫伽利 (миллигал) = 0.001 伽利。

这个表的說明是这样的：地球的轉動速度因潮汐的摩擦力而減小；因此橢球體兩極的扁平度也漸減小，而自赤道至兩極的物質分布情形也會有所改變。產生了兩極附近的空間由於被流進來的物質所逐漸飽和（насыщение）的过程。南極附近重力異常的數值較小，可能是由於南半球極半軸（полярная полуось）的長度比北半球的要大的原故。

如果地球体的真實形态，隨著地球轉動速度的遞減而變更，那我們就可以作如下的推斷：

“在漫長的歲月中，地球極軸的長度可能是加大的，而赤道軸的長度是減小的。當然，這些現象是與物質在地殼中的移動及在地殼下各層中的移動相伴而生的。在這些現象發生時，在赤道附近地帶及靠近兩極的地帶，主要是地殼塊的垂直位移；大約在南北緯 $20-50^{\circ}$ 中間的地帶，則主要是地殼塊的水平位移”（參看克拉索夫斯基原書238頁）。

克拉索夫斯基並且更精確地指出了最有利於地殼水平位移的地帶。這個地帶大約位於北緯 $35^{\circ}30'$ 的地方，和歐亞緯綫走向的山帶——很多學者所說的地殼“斷裂帶”——相當。

所以，研究地球体的形态可以幫助我們了解地球物理表面（физическая поверхность）的某些基本形态的形成①。

第五章 地球外形的基本輪廓

地球外形态的基本輪廓可以明顯地分为兩类。我們首先應該把它分为大洋底部的低地和大陸表面的高地。“海洋”和“大陸”是非常客觀的和互相对立的。海陸起伏曲綫表明了这种划分。然後，我們應該研究大陸地形的基本起伏（或者，几乎与大陸相同的海底地形的基本起伏）。

依照上述的划分本章就談談這兩個大的类别。

①地球体的综合表面是所謂三軸椭圓體（трёхосный эллипсоид）。錫爾翁年認為椭圓體赤道半軸的長度之差約為 $139+22$ ，三軸椭圓體——這是表現力不甚強的觀念。它在任何情況下都是和地球的轉動无关的。它的形态和地球体的形态決定于同樣的力。

1. 大陸与海洋❶

現在我們來談在本章中對我們說來是很重要的一個主要問題，這就是：我們在本書第一章中所說過的第一級地形在那里？我們必須指出這些地方，并對它們的形成加以解釋。

我們很自然地會想到，在任何世界地形圖上都很明顯地表現出來的兩個主要類別。這就是大陸與海洋。

在簡單的全球地圖中，大陸與海洋是地球外貌的兩個明顯對照的輪廓。

但是在地貌學上，情況決不是那樣的簡單。海底是由與大陸表面同樣堅硬的岩石圈表面所形成的。地貌學者所感到興趣的正是這種表面。我們應當隨時假想：海水被排除的海盆底部出露的景象。不過在“排除了”海水之後，我們在自然地理圖上所見到的那個明顯的海陸邊界也就被抹消了。呈現在我們面前的地球表面是一個比較單調的圖形，在這幅圖上不明顯地現出高地和低地。如所周知，高度變化的極限為19,675公尺（最高點為海面以上8882公尺，最低點為海面以下10,793公尺）或地球半徑的0.003。

恩格爾英曾用和我們平常描繪大陸表面地形的方法來描繪大西洋海底地形（見圖4）。看到這個略圖之後，我們對於大西洋海底地形與大陸表面地形的差異的感覺就會立刻消失。

如果我們這樣地抹去了海底地形與大陸表面地形的差異，那麼就有更多根據來揭示海岸線——零值等高線（具有地貌學意義的界線）。這個界線是有時間性的，主要的是：它的位置是在不同原因的影響之下而改變的，這些原因有的是和堅硬地殼表面的發展有關（按照A.П.巴甫洛夫的話就是地動的原因〔геократические причины〕），也有的與它無關（或者叫做水動的原因〔гидрократические причины〕）。如果我們假定世界上的海水體積不變的話（B.И.維爾納茨基會這樣想過）那麼海面就必然是在世界海洋容量變化的影响下而變動的，而海洋容

❶為了簡潔起見，以後我擬以“海洋”一詞來代替“海底”與“海底表面的地形”等。



圖 4. 大西洋海底的地形 (据恩格尔英)

量决定于由地壳运动而形成的地形。世界海洋的水准面在地形强烈割切的时候（在地表面发展的地动力的阶段中），应该是降低的。因为在这个时期，海盆的深度加大了，因而海盆的容量增大了。与此相反，在地球表面比较均夷的时候，海盆的深度与容量减小了。随着海盆容量的变化，世界海洋的海岸线轮廓也因此而升降，海陆的界线也不断地发生变化。因此现代的自然地理图不能给我们一种正确的、关于地形的两个基本类别（“高的”和“低的”）——大陆与海洋的分布情况的概念。

在地貌学的文献中，这个简单的情况叙述得很不清楚。我们引用阿尔布列席特·彭克在其所著的“地球表面形态学”一书（卷1, 95, 167, 190页）中所说的话作为例子。

在对比大陆与海洋的时候，彭克首先没有提到它们的构造差异，也就是地貌成因的差异。他只谈到在海陆中间可以看到很大的“细节方面的对立”（？——马尔科夫）。但是他已经知道：“毫无疑问，在海面下，应该有比大陆面下更坚硬的物质存在”。“地球表面的基本轮廓与处于地面之下的地壳物质的密度有着内在的依存关系”——在另一处他正确地指出了这点。

但是，彭克在获得这个正确的结论之后，他又作出一个不正确的、关于古生代以来海陆永恒不变（永恒性）的结论。

照这样来说，作为地貌学的两个基本类别——海洋与大陆是不是存在呢？换句话说，作为基本的形态成因的（地貌的）对立物——高的和低的阶梯是不是存在呢？

这个问题可以从两方面来说：（1）在地形测量（测高）方面的大陸和海洋，（2）地貌类别的大陸和海洋。

地形测量方面的大陸和海洋 大陸和海洋是地球表面的两个基本类型。要了解它们的地貌特征，必须从地形测量方面来说明整个地球表面的特征。

这样的评述包括：计算处于不同高度的地区的面积，然后绘制海陸起伏曲线。最新的统计是，科辛纳所作的。

根据他所作的统计我们得到下列的资料：

地球表面的總面積	510,100,000 平方公里
全世界海洋的面積	361,160,000 平方公里 或地球面積的 70.8%
全世界陸地的面積	148,940,000 平方公里 或地球面積的 29.2%
陸地面積與海洋面積之比	1:2.43

然而，上列數字所表現的，只是自然地理的特徵，而不是地球表面的特徵。尤其是最後一列數字所表現的只是“今日”的情況。它只具有間接的、歷史地貌學的及古地理學的意義，因為它只是反映地球表面過去歷史的結果。這個比例在一定的期限內就要改變。

地形高度的分布情況如下表所示：

地形的階梯

1. 山（不論它們的地形如何，高度在1000公尺以上者）——42,000,000 平方公里。
2. 高而平的地面——約30,000,000 平方公里或地球面積的6%。
3. 大陸台地（絕對高度+1000公尺——200公尺）——137,000,000 平方公里或地球面積的26.8%。
4. 其中海岸淺灘——27,000,000 平方公里，或地球面積的5.4%。
5. 除去山地地形以外的大陸台地——95,000,000 平方公里或地球面積的19%。
6. 大陸坡（自-200公尺至-2430公尺）——39,000,000 平方公里。
7. 深水海底（至-5750公尺）——284,000,000 平方公里或地球面積的55.7%。
8. 深水海盆（深度6750公尺）——11,000,000 平方公里或地球面積的2.2%。

從上列數字中我們可以看到，80%的地形屬於比較平的地方，如海底、不高的陸地平原和陸緣平原以及高的均夷面。這些數字（見表）是55.7%，19%和6%，其總數約為地球面積的80%。我們把這三種表面稱之為三個主要地貌階梯；陸地平原的面積很小；陡坡地形——占全部地表面的20%。

在三個主要地貌階梯中，我們首先從低的和中的階梯談起。這就是世界海洋的海底（個別的深海盆除外）與陸地平原+海岸淺灘。低

的階梯的面積為中的階梯的3倍。但是中的地貌階梯幾乎占了大陸台地面積的64%。這個階梯是現代大陸的基礎。

除去地貌階梯的面積以外，它們的高度對於我們來說也是很重要的。如所週知，全世界海洋的平均深度為3800公尺，而陸地的平均高度為+ 875公尺。所以，這兩個低的地貌階梯之間的高差達4600公尺（實際上要較此數字稍小，因為這要除去山和深海盆）。不過這兩階梯所占的最大面積區是在高度為+ 100公尺及- 4700公尺的地方，所以上列數字還是多算一些好，算做4800公尺。

如上所述，地球表面的75%為高差在4800公尺的兩個地貌階梯所占有。其中低的階梯就是世界海洋的海底，比較高的階梯就是大陸的表面，在這一部分里我們加算了海岸淺灘的面積，扣除了陸地高處的面積。

海陸起伏曲線明顯地概括了它們的對比關係（圖5）。

所以，在地貌學方面，或者更準確一些說——在測高學方面，

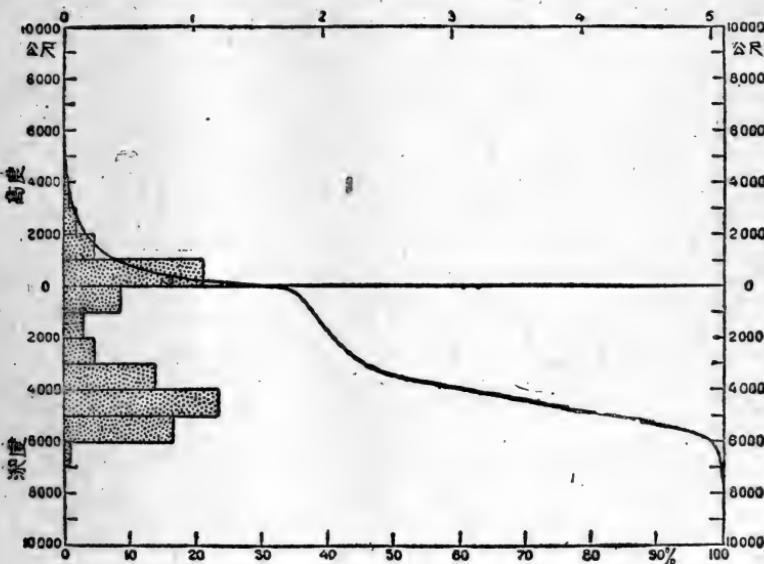


圖 5. 海陸起伏曲線圖（據科辛納）

上側的數字表示地球表面的面積（每格為一億平方公里）；下側的數字為百分比。
左側數字為高度的及深度的階梯（每格為1000公尺）

“大陸”与“海洋”的概念是完全有根据的。

这两个階梯在成因的原理方面、地貌学的内容方面是不是也有区别呢？

地貌学上的大陸与海洋 “海洋”与“大陸”为地壳上主要的、高度上的对立現象。地球面積的55.7%及19%形成了这两种低的地貌階梯其高差为4,800公尺。在高程方面这两个階梯明顯地被划分开来，可是它們在形态与發生上的对立又是什么呢？

有一些学者企圖从偏激的立場來解釋海洋与大陸的生成問題，这就是所謂正統派的立場，他們只看到差異之点，而未提到相同之处。他們也極重視海洋与陸地在構造上的極大的对立性及海陸演变的对立过程。这个觀点得出了看起來好似合乎邏輯的結論：即“永恒性”的觀念——認為兩個本質上完全互不同的、相互对立的大陸与海洋是永恒不变的。

休斯早就有过这个概念，但是他对于我們現在所談到的問題并没有抱着同样的偏激的态度。不过休斯也是把大陸与海洋对立起來看待的。

休斯寫道：“地球收縮（sinkt ein）；海也随之收縮”。地壳隨着收縮的地心表面而下沉。在大洋与海盆地区內，下沉的規模最大，在这个意义上，海洋与大陸是对立的。海盆的地形与大陸的地形不同。所以兩者的生活也不同。

二十世紀中德國的地質学者更激烈地發展了这个觀点，虽然他們以休斯的觀念為基礎，把地球分为輕質的矽鋁壳与重質的矽鎂壳。大家知道，这个概念对于魏格涅尔的觀点有多么大的影响，他認為：大陸是漂浮在重的物質之上的輕的物塊，并且微微突出于質量較重的物質的表面之上。据此，我們不僅可以解釋地球表面垂直分異为兩個水准面的現象，并且可以說明現代的地形圖；因为矽鋁層与垫在它下面的矽鎂層的差異是大陸水平运动的前提，这种运动形成了地球表面的現代景象。

魏格涅尔的追随者施陶布稍加改变地發表了同样的觀点，他着重地指出：構成太平洋海底的、沉重的玄武岩壳有極大的穩定性。依照

施陶布的意見，太平洋海底的坚硬性使得地球上緯線走向的山地不得不偏于子午線的方向，从兩方面圍繞着太平洋地塊的邊緣。这样就形成了巨大的科迪勒拉山系与圍繞太平洋地塊的西部山系。这些山系的位置繪出了这个地塊的邊緣。

海洋与大陸，亦即“低”和“高”的这种对立性是在什么时候形成的呢？它是在地球冷却的过程中，由于地球物質的分異作用而形成的，不过只是在矽鋁層不复完整的时候才在形态上表現出來，因为这时垫在矽鋁層下的玄武岩壳的表面可能在很多的地方突出于地表面。玄武岩壳的突出，需要有一种震动力（толчок）把矽鋁層自地球上分裂出来。許多人都認為：月球就是由于这种震动力而从地球的太平洋地区分裂出来的（如皮克林、魏格涅尔、施陶布、維爾納茨基、布勃諾夫等），这一現象發生于地質年代之前的、地球表面形成的阶段。所以，大陸与海洋之間的矛盾在地質年代之前就开始存在了。B.I.維爾納茨基曾經很清楚地指出这种構造地質上的与歷史上的对立性。B.I.維爾納茨基在其所著的“地壳礦物史”中說道：

“依照目前所能的推断，太平洋海盆中的主要部分从古生代开始时就已存在了，或者还要更早些。海洋可能是在整个地質年代中一直存在着的”（見原書第41頁）。

推断地球面貌主要特性的正确途径是怎样的呢？

我們需要把关于地壳表面構造的概念更精确地談一談。地球硬壳的厚度可以确定为30—60公里。这是比較輕的花崗岩地壳，也就是休斯所說的“矽鋁”壳，它的上部是很复杂的，主要是因为有沉積層（成層岩石圈）；而較深的層，就是变質岩与火成岩層，它們大多成为巨大的花崗岩凸出体——“岩基”的形态。

关于地震波分布的研究使我們确信：通常在地表面以下六十公里的深处，地震波的分布情况發生顯著变化。这就是一个界綫，界綫以下分布着玄武岩（橄欖岩）壳，也就是休斯所說的“矽镁”層。矽镁層的性質至1200公里* 深处仍繼續不变，所以，这一部分地壳的厚度是很

* 原書上这几处都是公尺，經向原著者了解，实际应为公里，故作此譯——審訂者註。

大的。在1200公里以下的深处又看到激烈的突变，开始了第三带，这就是沉重的岩浆岩。最后，在2900公里左右的深处又发现新的突变，这就是地心的外界。

不要认为地球上层的两个外壳彼此具有迥然不同的物理上的差异。相反的，它们是过着同样的“生活”的。玄武岩橄榄岩圈(геосфера)的物质潜入到花岗岩圈之中。地震的研究说明，震源不仅分布于花岗岩圈之中，也分布在更深的地方，在地面以下700—800公里的深处，也就是说，大约达到玄武岩圈的下部(沙茨基、科别尔)。所以我们不仅要看到它们之间的差异，也要看到它们的相同之点。科别尔主张把上面的两种地圈统一地称为构造圈(tektonosfera)，因为整个地面以下1200公里以内的一层都是处在地壳构造运动的过程之中。

不言而喻，构造圈的概念主要是从多次观察地震震源分布深度的事实出发，是与那些把地球外层明显地分为不同的“矽铝”层与“矽镁”层的企图相反的。

这两个外壳不仅在垂直的方面具有许多共同之点。而且在它们分布的地区中，在水平的方面也看不到如魏格涅尔所想象的那样完整的断裂。

地球上的花岗岩壳不仅存在于大陆上并且延展到海洋的底部。花岗岩壳有着广大的分布区，尤其是在太平洋的海底。海底构造与大陆构造的差别决不是一般所想象的那样明显地表现出来的。我们的地球物理学家B.Ф.邦奇科夫斯基提出了地球上花岗岩壳厚度的估计数字。这些数字是以地震波分布的研究为基础而得来的。

由下表可以看到：地球的花岗岩壳是继续伸展到海洋盆地的。不过它在这里比大陆的花岗岩壳要薄一些(8—18公里)。说到大陆的花岗岩壳，就使我们注意到：山地的花岗岩壳有很大的厚度(天山——84公里)。由于下表中有很多地方的数字不是依照地质构造与地貌单位而得出的，所以其中有些数字是不够完备的(如北美、西欧、亚洲)。

如上所述，地震波分布的研究使我们确信：海洋与大陆在构造上是有区别的，虽然它们间的差异很轻微。

地 区	地 壳 厚 度 (公 里)
欧洲(西部)	26
欧洲(自普尔科夫斯克所在的經線至斯維爾德洛夫斯克所在的經線)	29
高加索(自格罗茲內至耶列凡)	50
亞洲(自伊爾庫茨克至海參威)	24
亞洲(自伊爾庫茨克至斯維爾德洛夫斯克)	26
天山	84
中國南部,印度支那	65
北美(中部)	30
大西洋	16
太平洋(北部)	8
太平洋(南部)	18
北冰洋	18

至于重力異常的分布，則在海洋地区通常是正号。使我們感到有些重力过剩的現象（見圖6）

不錯，这个規律是不均衡的，同样在大陸上也是不均衡的。这一

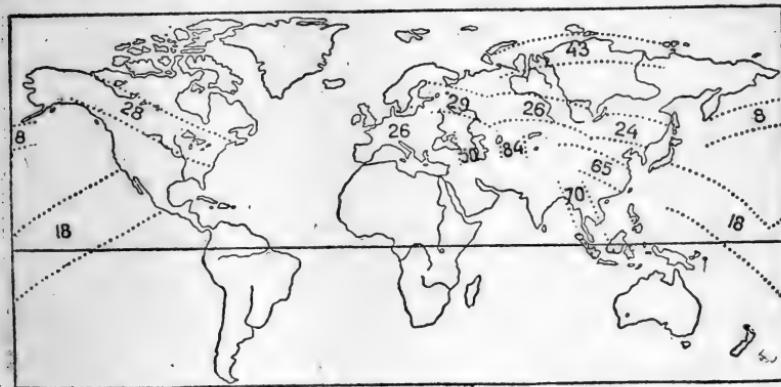


圖 6. 地球表面各部分的地壳厚度

圖中數字表示地壳的厚度，其單位為公里（據邦奇科夫斯基）

点曾为科別尔所指出，他說：“无论是在大陸上，或者是在海洋上，鐘擺的擺动都是完全沒有差異的”（見原書第458頁）。他又說“大陸和海洋具有同样的地壳構造运动，并且几乎是由同一的物質組成的”（見

原書第 456, 72 頁)。

然而差異总是有的。海洋下面的地壳比較薄一些，重一些。大陸与海洋的地壳的比重之差約为 0.05 (不是 0.30, 象很多人所想像的那样)。依照科別尔的估計，玄武岩“床”的上界在大陸上位于地面下 40 公里的深处，而在海洋下的玄武岩層則位于距海底 20 公里的深处。这些数字和邦奇科夫斯基的数字很相近。在海洋下面花崗岩層的厚度很小为凸出的玄武岩層所补偿。

顧天別尔格曾企圖确定海洋与大陸的岩石圈的比重，他提出了下列的数字：

大　　陸	海　　洋
北　　美.....	2,782
南　　美.....	2,783
德　　國.....	2,814
瑞士和提罗尔.....	2,784
安第斯山脉.....	2,752
	大西洋..... 2,888
	太平洋..... 3,087
	整个地壳的平均比重..... 2,792

自然，这些数字是以已确定出來的不完备的数字為基礎的。这些数字表明：“大陸”与“海洋”岩石圈的密度差異是不大的。我們應把这些数字与后述的意見对比一下。在确定地壳的平均密度时，應該注意到“海洋岩石圈”上層的平均密度(差不多等于 1)。这就是世界海洋中的海水。鐘擺的擺动受到分布于地壳上部的物質的最大影响。然而坚硬的地壳的物質是与進行測定重力大小的海洋水准面相距很远的，平均垂直向下有 3,800 公尺。所以，如果鐘擺的擺动記錄着海洋盆地的重力过剩，那么这應該是由于重物質的大大过剩，而这些重物質能夠补偿最上層——海洋壳——物質的不足。所以，海洋下面的地壳密度應該比上列数字要大。

既然海洋下面的岩石圈較大陸上的岩石圈要重，因此就会得出海洋下的岩石圈与大陸上的岩石圈均衡补偿的觀念。海洋所以較低，因为其質重，大陸所以較高，因为其質輕。在談到这种补偿作用的时候，必須估計到世界海洋本身的重量。如果研究大洋底部的水平位置，我

們可以想象地把海水除开不談，則世界海洋的体積約为大陸体積(零度等深綫以上的)的11倍，因而，海洋的重量为大陸的4倍。巨大的海水柱(平均厚度为3800公尺)挤压着海底，如同冰川时期冰川挤压大陸一样。不言而喻，海水的負荷應該是海底下沉与低地貌階梯形成的附加因素。

最后还要提一下大地均衡运动所受到的、地壳各地段内聚力(сила сцепления)的阻礙作用。这种力量对于横断面不大的垂直稜形体說來尤其是阻礙。不过这种垂直稜形体的横断面面積越大則作用于基底面積之上的力量也越大。因为基底面積的数量比这个面積的周边增長得更快一些，所以，依照稜形体的面積的增長程度，大地均衡的夷平作用就会獲得一定的优势。

研究大面積的地区，如整个的海洋与大陸时，应当注意这一点。

博列尔認為：当地壳地段的橫徑在300公里以上时，大地均衡运动都可能發生；而另一些学者則認為这些地段的臨界面積还要小一些(40—80—160公里)。

如上所述，地球表面兩個基本地貌階梯成因的第一种可能的解釋就是使地壳較輕地段升高于較重地段的大地均衡运动，就象大地均衡假說創始人之一的普拉特所說的那样。

因此，为了說明兩個低的地貌水准面的成因，我們就不得不談談大地均衡現象。

科別尔把因重力作用而生的地壳構造运动叫做重力構造作用(гравитационный тектогенез)。

根据这点我們也可以談談重力(內力)形态作用(гравитационный морфогенез)。

大地均衡因素在地貌学上的意义 早在均衡^①学說的兩個奠基人——埃里和普拉特——的概念中，就已經非常明顯地表現出來了。

埃里和普拉特兩人同自1855年起于倫敦皇家学会所主办的“哲学

^① Оностазия——原文为希腊文，意为均衡状态。迭唐曾于1878年力述均衡作用与球体形狀的关系时說：在万有引力的影响下，地球均衡体的形成作用我主張把它叫做均衡作用。

記錄”（Philosophical Transaction）上發表自己的觀點。他們的觀點是根據在印度所進行的大地測量的研究工作而形成的，雖然兩者對於均衡學說的理解互不相同，但是他們都是均衡說的創始人。為了使地貌學者明瞭他們觀點的趨向，我們可以權宜地把埃里的觀念叫做地貌學的，把普拉特的觀念叫做地質學的。

埃里的觀念大致為：山所以凸出于低地表面之上，乃是因为它們從下面受到山根的支持。“山根”的地形依照山的地形而轉移，而反之也如是，即山的地形也依照山根的地形為轉移。埃里於1855年以下面的話表示了自己的觀點，他說：

“我認為：除去輕地殼的下部突入於較密實的熔岩內的原因以外，山與大高原（плоскогорье）沒有其他的依靠……我揣想：位於熔岩上的地殼就好象漂浮在水上的木筏，當我們看到木筏中有一根木頭的上部浮起在其他木頭之上，我們就可以斷定它的下部一定較其他的木頭更深地沒入水中”。

普拉特認為，地形的起伏系因地殼不同地段的密度不同所致。山地之上升並不是因為在它的下面生了根，而是因為構成它的物質較輕。同樣地，地殼的一般上升區（大陸）是由比較那些大沉降區（海洋盆地的底部）更輕的岩石所組成的。

普拉特用下面的話來說明自己的理論：

“表現為山、平原與海底的地面上升與沉降的差異，系因物質自液態或半液態固結時物質收縮的不均衡而產生。所以在山與平原以下低於海面的地方，發生了物質不足的現象，其數量大約與海面下的質量相等，而在海下則有物質過剩的現象，其數量大約等於海洋（海水）與岩石相比時所不足的質量”。

由此可見，依照埃里的觀點，是密度相同的大陸塊漂浮於半液態的岩漿中，因為大陸愈高的部分愈深地伸入於岩漿中。依照普拉特的觀點，則是密度不同的陸塊漂浮於岩漿中，因此它們具有不同的高度。較輕的陸塊，其表面升高於較重陸塊之上。因此，在解釋山嶺的存在時，依照埃里的觀點，我們可以說：山嶺之所以存在於地表面之上，乃是因为它受到壓入岩漿之內的山根所支持。而依照普拉特的觀點，山嶺之所以存在，乃是因为構成它的岩石比較輕，在以同等的深度沉入岩漿中時，質輕的岩塊就上升得比較高一些。

很容易相信：这两个說法是具有許多共同之点的——它們都是根据同样的假定出發的，这个假定就是地壳的各个部分处于均衡状态，漂浮于下垫的岩漿層之上，它們也有一部分压入岩漿層中。依照阿基米德原理地壳的地段受到沉入于岩漿中的物体的承压力所支持。因此，根据这两个觀点，明顯的地形就是大地均衡作用的結果，地形升降可以用稜形体的重量不同來解釋，不同的重量决定于：（1）它們厚度的不同（埃里）或（2）它們密度的不同（普拉特）。

这两种理論可以用后面的圖來說明（圖7）。

我們看到，均衡說是与地貌学有着最密切的关系的，因为它力求解釋地面起伏的成因的。

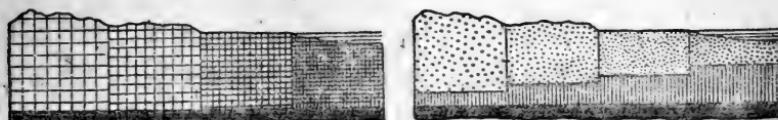


圖 7. 普拉特（左）与埃里（右）的地球地形与均衡因素之关系

但是，在地表面上有时候可以断定重力大于正常重力，有时候可以断定重力小于正常重力（和补偿了的地壳相一致的重力）。这是非常确切的事实，无论主張均衡學說的学者或是反对这个學說的学者都承認这个事实。不过前者認為：重力異常乃是暫時的現象，因为地壳是“活着的”，在地壳中發生着物質的移动，可能在一个地方發生重力过剩，在另一个地方發生重力不足的現象，这种現象逐漸由大地均衡作用的上升与下降所补偿（由于岩漿的粘結性，地壳的內聚力等不能立刻补偿）。坚持这种觀点的主要是德國的地球物理学者——博恩、科斯馬特。他們以斯堪的納維亞半島与阿尔卑斯山为例子，关于这些例子我在下面还要提到。

A.Д.阿尔漢格爾斯基反对上述的觀点。他不否認地壳有均衡作用的趋势，但他認為：由于地壳的內聚力，均衡作用并不是經常可以实现的，內聚力往往是均衡作用所不能克服的。阿尔漢格爾斯基力称：在重力分布情况中，偏差之存在可以用另外一个方法來解釋，这就是

地壳上部物質的密度不同。当然，如果在地壳上部分布着重的深成岩，譬如象烏拉爾山那样，那么这种現象是会促使地壳下沉的；反之，如果在一个地区內主要是質輕的物質，那就会促使地壳上升。但是問題在于：地壳上部的重物質在深处可能为輕物質所替代；相反地，在地壳上部的輕物質在其深处可能为重物質所替代。所以地壳的平均密度可能与其上部的密度不符。最好的例子就是海洋盆地。它們为海水所充滿，也就是說，海水是比较輕的“岩石”，但是在海洋盆地下的地壳深处則与此相反，是由密度較高的岩石構成的。所以，反映地壳上層密度分布的重力異常，不能表示厚达許多公里的整个地壳稜形体的总重量；因而，它們也不能表示深处的压力大小及整个地壳的均衡条件。

我們不得不否認：地面重力異常与均衡作用之間只具有一种簡單的关系。即使我們能夠確定出地壳垂直稜形体的总密度，我們也不能根据它來斷定这个重力異常將由均衡上升或下降來平衡。因为它还要受地壳內聚力的影响，这种內聚力是均衡作用所不能克服的。

如果均衡作用与地形的增長和夷平之間的关系并不明顯，这只是說，我們应当更加注意地研究它。

地貌学者所以和地質学者一样，非常注意均衡現象与地面重力異常的分布情况，其原因就在于此。

重力異常在地貌学上的意义 为了明确重力異常这个概念在**地貌学**上的意义，我們必須把“重力異常”这个概念加以具体的說明。

地球表面上任何一点的重力是在研究过这个地方的鐘擺的擺动并將这种擺动情况与基点站的鐘擺（同一長度的）擺动互相比較之后定出來的。过去牛頓就曾这样地做过，他确定了开云地方的鐘擺擺动与巴黎的鐘擺擺动之間的偏差。

假定基点站的鐘擺振动周期为 T ；振动周期的大小是决定于基点站的重力大小的，而后的大小也就是重力加速度的大小，我們称它为 g_1 。

再將我們所研究地点的相应的数值定为 T_2 和 g_2 。

重力越大 則鐘擺擺动得越快， 也就是說： 它的重力加速度也越大。換句話說， 鐘擺擺动的周期是和重力加速度的大小成反比的。它們

中間更精确的相互关系是，重力加速度与振动周期的平方成反比：

$$g_1:g_2 = \frac{1}{T_1^2} : \frac{1}{T_2^2}$$

在这个公式中，对我们来说比较重要的就是这一个地点的重力加速度的大小，或者说，就是 g_2 。它的数值可以从上面的公式中得出。在这个公式里几个基本数字都是已知的。因为重力加速度的大小是随着重力的大小而定的，所以确定了 g_2 以后，我们就可以决定这一个地点的重力大小。那么，这个数字的大小与地形有多大的关系呢？这就是地貌学者所注意的问题了。由这个问题又发生了第二个问题：重力的数值在什么程度内可以把地形发展的趋势“提示”给我们。我们已经指出，德国的地球物理学者认为这样的预报是可能的，他们认为：重力异常表明了本地区内并没有发生均衡补偿，而地壳是力求均衡的，所以重力异常可能有逐渐消除的趋势。因此，重力异常为负号的地点可能会逐渐上升，地形会逐渐“增长”，而在重力异常为正号的地点可能会逐渐下降。我也曾提到过，阿尔汉格尔斯基在不否认地壳力求均衡的同时曾经着重地指出：在地表面所见到的重力异常也决定于另外一种现象——地壳表层物质的密度。

由上可见，问题是复杂的，并且，它的地貌意义也并没有充分地说明。为了更确切地分析它，必须分析地研究它。首先就要分析“重力异常”这个概念。

一个地方的重力大小决定于鐘擺擺動地点超越于相鄰地方的相對



圖 8. 地形中各点的重力大小与相对高度之間的关系
右—高山；左—谷底

高度。假定这个点位于山顶上，那么重力就会比位于同一高度的平原小一些，因为那些围绕着单独的山顶的物质是“不足”的（图 8）。同

样的現象在位于深谷的地点也会發生，不过这又是由于另外一种原因了。位于該点水平以上的物質可能对这一点起吸引力的作用，这种吸引力的作用是向上的，也就是說，和重力的方向相反。概括地說來，我們可以說：地形的不平会使重力減低，为了除掉这些不平度所發生的影响，应对重力的数值加以正号的修正，这种修正称为地形修正。經過这种修正后的重力称为 g_0 。地形的修正只考慮到一个地点周圍高度的相对变化。但是，除此以外，一个地点的絕對高度，也就是說，与地心的距离，也是对于重力有关系的。可以双重地進行相应的修正。

从一方面來說，可以把我們的地点算做海面（更精确一些說——算做地球体的面）而計算出修正数來。不过在这样計算的时候，海面上的物質并沒有被扣除，而是被繼續“保留”。它們好象被挤压到海面，成为很薄很薄的薄板（圖 9）。很顯然，这样算出來的修正数可能是正数的（如果所选的地点是在海面以上的話），因为这个修正数

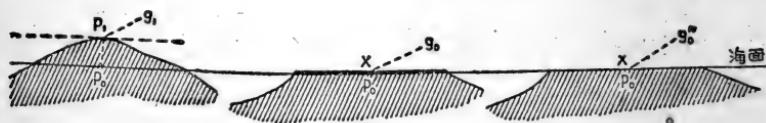


圖 9. 地形中各点的重力大小与絕對高度之間的关系。自由空間修正

是决定于一个地点与地心距离的鄰近程度的，并沒有减掉过去对重力大小起正作用的那些物質的吸引力数值。所以这个修正数可能是正数的。

但是也可以从另外一方面來研討这个問題，这就是：和上面一样，把一个地点算做海面，除掉位于海面上那些物質的吸引力数值。很顯然，这个修正数可能是負数的，因为我們已經除掉了那些物質的影响，而这些物質的吸引力我們原來是估計到的。这种修正法被称为自由空間修正（ поправка в свободном воздухе ）。

算上这些修正数以后，我們就可以獲得海面 g_0 及 g_0'' 的重力加速度的数值。在这兩個数值中，前者往往大于后者。現在我們就可以斷定，得出來的重力数值比起在理論上計算出來的、以符号 V 表示的球体面的 重力数值來是偏向于什么方向，也就是說，我們可以斷定

$g_0 - V$ 及 $g''_0 - V$ 的數值。這些差數就是對理論數值 V 的重力偏差或重力異常。可以看到，我們可以劃分出兩種不同的重力異常，這就是：

$$\Delta g = g_0 - V$$

$$\Delta g' = g''_0 - V$$

前一類的重力異常被稱為全重力異常；第二類的重力異常簡單地被稱為重力異常或布格異常（аномалия Буге）。

現在我們仔細地考慮一下這兩種異常在地貌學上的涵義。

全重力異常考慮到海面上地形的影響（自然，地形的影響是通過構成這個地形並且影響於重力的那些物質而發生出來的）。因此，這種重力異常對於我們——地貌學者——說來是更合用的。譬如，如果我們說，高加索山上的全重力異常是正數的話，我們可以很容易地想到，這是形成了高加索山隆起的大量多余物質對於重力起了作用的結果。

反之，我們可以說，布格重力異常從地貌學的研究目的來說是非常不重要的，因為在它的定義中“拋棄”了地形。不過實際上決不是如此的。我們在“拋棄”了高地形的影響，同時也更清楚地想到了海面下的物質分布情況，譬如，在高加索山的“下面”。而深處的物質分布情況會提示我們在地殼某個地段中地貌發育的遠景。

現在仍以高加索為例子。在山區以外，全重力異常是正數的，而布格異常是負數的。這說明了高加索山下面的地殼是不怎麼緻密的。由此可以得出一個結論，就是山下物質的不足是由於山嶺的上升而引起的。因此，山嶺下的重力的這種情況可能表現著山嶺上升發展階段的特徵。

地貌學的結論就是如此。

不過我們必須用具體的例子來充實我們的概念——為地貌學的目的而研究重力的概念。

实例 我們首先比較一下山嶺的全重力異常，也就是說，那些物質過剩的地形類型的全重力異常。我們都知道，全重力異常估計到這樣的物質過剩。我們看到了什麼呢？“毫無例外地，所有山地的特點都是物質過剩”——A.Д. 阿爾漢格爾斯基院士在他的著作中說。特別是，在阿爾卑斯，德國中部山脈及高加索山上

全重力異常都是正號的。譬如，阿尔漢格爾斯基及菲甸斯基所繪制的东部高加索重力測量圖可以做为例子（圖10）。山嶺东部具有大的、正號的重力異常，庫林低地与里海地区具有負號的重力異常。在欧洲平原，具有正號重力異常的有亞速

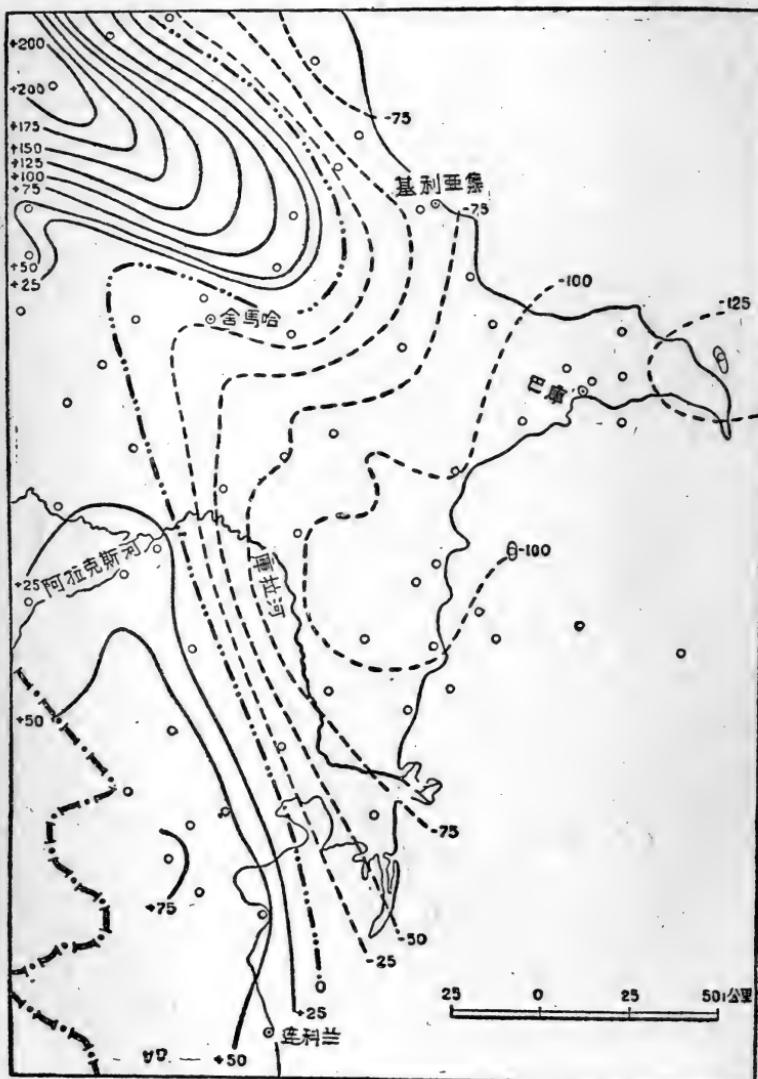


圖 10. 东高加索的重力测定圖（据阿尔漢格爾斯基及菲甸斯基）

夫·波多爾及沃龍涅什結晶地塊，此外還有高地地區、頓涅茲高地、沃林諾高地以及中俄高地南部。在烏拉爾，大部地域也都是正號的全重力異常。就象 A. Д. 阿爾漢格爾斯基所說的，烏拉爾地形是比較平穩的，這就使我們能夠比較深入地研究：這個在地貌學方面說來較為單純的山地，它的重力數值的變化是因為什麼而引起的。這樣的比較細緻的分析使我們能夠更好地理解現象的本質。

“在百萬分之一的地質圖上畫出了已經測定過重力加速度的點，我們可以很容易地看到，——阿爾漢格爾斯基寫道，——重力異常與山嶺的地質構造有一定關係。由變化不多的古生代岩石構成的烏拉爾山西坡以及前寒武紀結晶頁岩地帶，重力異常大都不超過25❶。

在較東的地方，在綠石岩及輝長橄欖岩侵入體的地區，重力偏度就增加得很厲害，他們不僅超過50mgal，並且有時候在輝長橄欖岩地塊中達106—112 mgal。在綠石岩帶以東，在烏拉爾東坡花崗岩侵入體露頭地區及古生代岩石錯動得很複雜的地方，重力異常數值又遠然減低，呈負號”（見第46頁）。

從這些話里可以得出一個重要的、精確的結論：升起到海面以上的山嶺造成了正號的重力異常現象，構成它的岩石愈重，它所造成的重力偏度也就愈大。自然，這用不着多加補充說明，只根據上述的道理就可以明瞭。因此，在烏拉爾山沉重的、基性輝長橄欖岩造成了最大的正的偏度，較小的正的偏度位於結晶片岩與花崗岩地區。

B. A. 安德列夫研究過波羅的結晶地盾的東部地區，確定了重力異常的數值與構成高地的物質之間的這種關係。

整個的波羅的地盾的東部地區超越於海面及東歐平原之上。在這方面它可以和其他高地比較。它和其他高地一樣，具有正號的全重力異常，後者明顯地隨著構成它的岩石的密度而變化。阿爾漢格爾斯基已經指出：為年青的及尚未變得怎麼緊密的更長環斑花崗岩侵入體所占有的地域甚至具有負號的重力異常。

B. A. 安德列夫着重地指出幾個剖面中的重力異常與岩石密度之間的密切關聯性（圖11）。在他所舉的剖面中指出了地質剖面、岩石密度及重力異常的曲線。我們可以看到：岩石密度的曲線與重力異常的步調是一致的。重力異常曲線最低的地方是在更長環斑花崗岩地區，而最高的地方是在變得非常緊密的太古代花崗片麻岩。更長環斑花崗岩的密度是2.62，花崗片麻岩的密度達2.68。在這方面，作者還着重地指出，在這個升得不高（0—200公尺）的地區，其地形的影響和山岳地區的地形的影響比較起來是“極少”差異的。

❶

❶就是25毫伽利（миллигаль—mgal）——馬爾科夫。

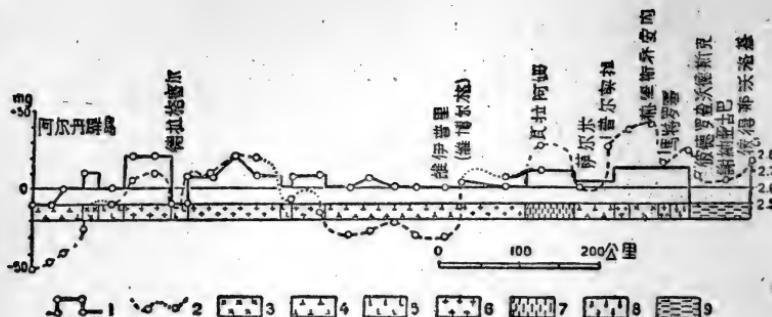


圖 11. 芬蘭及卡累利阿岩石的密度特点与重力特点

1—岩石密度曲線；2—Ag曲線；3—太古代花崗—片麻岩；4—更長環斑花崗岩；
5—混合岩；6—巴特尼期后的花崗岩；7—輝綠岩；8—石英岩及砂岩；9—白云
岩及石英暗發岩層

地壳上升地段的情景就是这个样子。关于这种情景我們可以簡單地說：地形愈“重”，則正号的全重力異常的数值也愈大。

但是，如果“切去”上升地段并且用布格異常來表示同一个地区的特征，就会得到負号的重力偏度。高加索与阿尔卑斯尤其具有这样的情景。很顯然，在山嶺的下面——在海面下——大部地域都是物質缺乏的。在形成山嶺的时候，地壳的上層变厚，生成了很多褶皺，有很多的巨大的花崗岩基侵入到褶皺里。薩洛蒙曾經指出，阿尔卑斯山阿尔達麥洛花崗岩塊約重 5 萬億噸。

山脉的巨大重量構成了正号的重力異常。但是在它們的重量影响下發生了均衡沉降，山岳把它的基底压入下垫的重的物質中，將它們挤到鄰近的地区。当山嶺上升的时候，被挤出的重的物質力圖在山嶺下占領原有的位置，不过这种运动总是有些誤时。在山嶺的这个發展阶段中，在山嶺下面就会看到物質缺乏的現象。波罗的地盾西北部就可能具有这样的情景，这个地盾在冰期以后曾經蒙受过極強的上升作用。負号的重力異常和冰复盖層的融解（曾經構成了極大的物質缺乏）有关，也和波罗的地盾的均衡上升有关。

波罗的地盾的均衡上升和那些在冰川作用期间地盾沉降时被挤出的沉重物质的迟滞地复归原位运动相伴而生。

研究布格異常對我們說來是重要的，其原因就在于此。我們將這

兩種重力異常的大小與符號匯合以後，就可以獲得一定的根據來分析地形的發展史。

山嶺的情況就是如此。

很顯然，在平原上重力異常（全重力異常及布格重力異常）的數值和地形與高度的關係可能比較小一些。在這裡重力偏度几乎完全可以斷定為地殼上部的密度。在波羅的地盾東部的例子中我們尤其確信了這一點，在那裡，更長環斑花崗岩地區具有負號的重力偏度。在俄羅斯平原也是如此，在那裡可以看到正號的重力異常地區，譬如，庫爾斯克磁性異常地區，此外還可以看到負號的重力異常地區，譬如，和含鹽沉積層有關的外伏爾加地區。

不難理解，決定這裡重力異常特點的並不是測高學上的條件，而是地殼上部物質的完全不同的密度。不過，如果我們不僅是從測高學的觀點來談問題，而是想試做成因分析的話，我們就會承認：在平原上研究重力異常現象是很重要的。在這裡還可以查明地形歷史與重力異常之間的關聯性，因為在地形形成過程中地殼上部的物質是在移動着的，所以我們不應當把這些物質的分布情況和地形的發展歷史劃分開。

在俄羅斯平原，這種關聯性最明顯地表現在盆地中。

譬如這些盆地——中第聶伯、庫班、捷爾斯克、里海附近、烏拉爾邊緣凹地、西西伯利亞低地等都是負號的重力異常占優勢。地質學者會這樣說：負號的重力異常是由於在這裡堆積了輕的沉積岩——附近高地的沖刷產物——而發生的。而地貌學者會對於地質學者所肯定的說法加以這樣的補充：盆地中的疏松而輕的沉積層的堆積作用是在凹地的形成過程中、盆地底部的沉降過程中以及負向地形的形成過程中進行的。

因此，從形態—成因這一方面來說，重力分布情況的研究就是在平原里也很重要的。

最後須要談一下為海所占有的盆地中的重力。有一種海盆具有負號的重力偏度——黑海、里海。在其他地區里重力異常是正號的——地中海、紅海。這樣就好象重力學與地貌學互相矛盾起來了。不過這

个矛盾是局限于一个水深。它可能和地形的發展史互相关联。

盆地中的負号的全重力異常是由于“地形貧乏”及形成地形的物質不足而發生的自然現象。为什么东非大地塹具有負号的重力異常而它的一部分——紅海——具有正号的重力異常呢？这是因为在紅海南部有年青的火成岩的原故。“因此，——阿尔漢格爾斯基在他的著作中說，——非常明顯，在一定的条件下，發展着的盆地的重力指标可能發生根本的改变而轉变为相反符号。为此必須在盆地內部發生裂縫，穿入深处，即沉重物質形成的地方，这些沉重物質在沉降的压力下就会变成噴發的物質，侵入地壳上部，使它們变重”（見第92頁）。

这种或那种符号的重力異常的存在，可能和一定的盆地發展階段或盆地地形發展階段有关。最初發生的是地壳的一个地段下沉及疏松而輕的冲刷產物搬入盆地。在这个盆地的發展階段中，重力異常可能是負号的。然而如果繼續進行拗曲并且同时發生凹地底部的分裂及沉重岩石的噴發，則負号的重力異常就会变成正号的。所以，重力異常的特点可以指出盆地發展所屬的階段。

因此，必須做出結論，这就是大陸与盆地範圍內的地形起伏反映在重力異常的分布情況中。重力異常的分布情況——是判断地形發展史的方法之一。

我們可以斷定，这些重力異常現象与地貌条件只有在極偶然的場合及假設的情况下才能和均衡上升与下降相关联。在分析过“充滿于”大陸的地形形态以后，我們就会得出这样的結論。

較此更加重要的是承認“重力形态成因”在海洋地貌面与大陸地貌水准面形成过程中的作用。关于这点我們留到下面再說。

海洋底部的構造特征 截至目前为止，我們所想象的海洋在構造方面是一个整体，是具有薄層花崗岩的岩石圈的一部分。海洋的真正情景有的簡單，有的複雜。海底的構造和大陸的構造原則上是統一的。

譬如，A.Д.阿尔漢格爾斯基根据苏联世界大地圖集（还有其他地圖）的太平洋深度圖，而論述太平洋海底構造时就是这样說的。

* 太平洋底的地壳有比大陸地壳还大的密度。然而我們不能据此推

斷，太平洋底的玄武岩的重地壳不会遭受褶皺作用，不会形成大向斜等。实际上，在太平洋底具有在地形上表現得很明顯的、和大陸的構造綫相似的構造綫。在这里我們可以找到和陸台与地槽区相似的地区。前者表現于大洋的东部、南部和北部，而后者表現于大洋的西部及一系列的島嶼上。太平洋的地槽区有一条向西北方伸展的低地和高地。阿尔漢格爾斯基是这样描述它們的：“海底山脊具有明顯的分布規律，形成一个大的長而寬的、有着西北—东南走向的地帶。这个地帶的总長度为 9000—11,000 公里，寬度約为 2000—3000 公里，而在西北方，在加罗林群島与夏威夷群島之間，寬度达 3600 公里。这个大地帶分为平行的几列，一列为加布埃（Габуаш）島——庫拿（Куна）——薩摩阿（Самоа）——埃里斯（Элис）——馬紹爾群島；一列为陶摩圖（Туамоту）——弗林特（Флинт），东島（Восток），东加列瓦（Тонгарева），維克多利亞（Виктория），度西（Дюси）；一列为馬貴斯（Маркизские）——瑪尔登（Молден）——斯塔巴克（Старбак），嘉尔維新（Джервис），中玻里尼亞（Ц.Полинезийские Спарады）諸小島等。

根据上述各点可以看到，在太平洋海底与大陸之間，从它們的移動性來說并沒有什么原則上的差異。所有的只是大陸内部的和海洋内部的地壳运动形式的特征。这种运动形式的特征与海洋各个部分的地質構造的差異有关，也和大陸地段的地質構造差異与大陸地壳运动形式的关系一样。

其他很多地質学者也反对把海洋与大陸看成是对立性的，看成是性質上互不相同的構造类别（如沙茨基、別洛烏索夫、克洛斯等）。那么，被我們划入大陸之內的陸棚又是什么呢？这里必須說明，主張海陸永恆說的学者并不坚持地認為陸棚是不变的，好象他們坚持海洋盆地不变性的觀点那样。

陸棚的成因是多种多样的：它可能是沉降到海面下的准平原；也可能是由于那些陸地破坏的產物在海底沉積而夷平了的海底（例如，南森）；也可能是因为海的磨蝕，冰川的堆積与均夷作用而生成的。所有这些現象都是可能發生的并且是真实的，不过它們是否适合某个

具体的陸棚地段，則是需要研究的。譬如我們問，巴倫支海的陸棚是怎樣的？Д.Г. 潘諾夫這樣地回答這個問題：

◎ 巴倫支海陸棚在構造方面來說，是俄羅斯陸台的繼續。在它的西方伸展着形成斯伐爾巴爾特群島的加里東地槽的斷崖，在東方華力西（赫爾辛）地槽弧——新地島。在南方，瓦蘭格爾—費奧爾德（Варангер-фиорд）斷裂綫及其延展至東方卡寧山嶺的一帶乃是芬蘭諾—斯堪的納維亞地盾與自俄羅斯陸台伸展出的陸棚的境界。所有這些構造造成了陸棚表面的起伏。陸棚在其發展過程中有時成為低的陸地（泥盆紀），有時成為淺海。自中生代末期起陸棚逐漸穩定。在中生代時，只有它的周圍為冰塊所復蓋。在第三紀時陸棚上升，為河流所割切。至第四紀時陸棚再度下沉。由此看來，在陸棚與其邊緣陸地的發展史中，原則上不同的特點是沒有的。

大陸與海洋的形成 我們看看下列的幾個假說：

- (1) 收縮與海底沉陷假說。
- (2) 大地均衡假說。
- (3) 大陸水平運動假說。
- (4) 地殼的收縮與膨脹假說。

收縮說的學者會企圖並且現在還企圖解釋兩個低的地貌水準面的形成。休斯認為海淵是由於地殼冷卻、收縮而發生沉陷的結果（“地球收縮，海洋隨之收縮”）。休斯指出：大陸的邊緣及其構造有的地方好象被海岸——海底沉陷的邊緣——所切掉似的。在他所著的“地球的面貌”第一卷的開始和結尾特別着重地提到這種情況。

這一卷是以這些著名的詞句開始的：

“如果觀察者站在地球不遠的天體上，撥開大氣圈的紅褐色雲霧來觀察地球的表面，地球在他的面前旋轉了一晝夜，使他感到奇怪的是：大陸輪廓最突出之點就是楔形的尖端朝南。

如果這位觀察者到海洋的上空去做同樣的觀察，也把大氣圈的雲霧撥開，並且看到地球上出露的陡岩的骨架，他一定會一點也不相信上述的情況。這時候他所看到的是：非常深的海盆與高度不大的陸地相對立的景象，以及大部分海岸上

的峻峭的断崖”（見1—2）。❶

收缩学派的首領——休斯——的巨著就是这样开始的。虽然当时的分層設色圖与測深圖还不完备❷，但是休斯已經清楚地提示出兩种低地貌階梯的、明顯的对立性。

以后，休斯又研究了形成地球大地貌輪廓的原因。在第一卷的整卷中，以及“地球的面貌”的第二卷中，休斯都在探求这个問題的解答。

这个解答在第一卷的最后兩頁簡潔而明瞭地提到：

“因地球体下部的收缩而產生的压力，可分为水平的褶皺与垂直的下沉……”

“……第二个运动方向（下沉或塌陷）保存了……自己的遺跡……这些运动的規模是非常多种多样的。地中海与寬广的大洋就是因沉陷而發生并擴展的”❸。

“……沉陷作用把水聚集到了世界上的深海中去，由此大陸开始形成，从而用肺來呼吸的生物也有可能出現了”（見777—778）❹。

休斯以这些話結束了“地球的面貌”的第一卷。

現代最澈底的收缩学者——科別尔曾致力于海洋与大陸成因的研究。在其所著的、1942年發表的“構造地質學”一書中，科別尔曾这样論述我們現在所談到的問題。

地球是收缩的，不过它并不象休斯所揣想的那样，因为冷却的作用而收缩。地球收缩的原因乃是重力朝向地心作用的結果。

“地球收缩。它也冷却。它也固結。它变得比較小、重而且硬。然而促使其進化的不只是冷却，象过去將近一百年來陈旧的地質学所認為的那样，象埃利·迭博蒙以至休斯等所想象的那样。進化的原动力并非外力作用，而是大陸朝着密度加大的方向前進的一般進化引起的內力作用❻（？一馬爾科夫）。重力——“宇宙的普遍的創造力”——引起了这个过程。地球是“重力進化的体系”。科別尔的概念是清晰的，不过这个概念表达得有些神秘并且过于激动。

科別尔繼續說：地球是在收缩的，虽然它是在另外一个因素的影响下收缩，不

❶重点是我加的——馬爾科夫。

❷剛才引証的文章發表在十九世紀80年代，当时認為陸地的平均高度为440公尺（而不是875公尺），海的平均深度为3438公尺（而不是3800公尺）。

❸重点是我加的——馬爾科夫。

❹引用1885年出版的德文第一版。

❺重点是我加的——馬爾科夫。

象休斯所說的那样。自地球的密度獲得均衡之时起，其半徑几乎減少一半，而地面縮小了 $\frac{2}{3}$ 以上。由于收縮的結果發生了三种“大構造”的基本形态，这就是：（1）大褶皺，（2）断裂帶，（3）大陸与海洋之区分。“大陸的基本圖形——这就是構造的基本圖形……。基本圖形——这就是总輪廓中的重力分異”（見206頁）。

大陸——大的矽鋁壳，海洋——大的矽镁壳。重力構成了地球的兩個基本水准面——大陸的表面与深海底的表面。

科別尔和休斯兩个人都說海底的下沉是重力的結果。不过科別尔認為，海底与大陸的高度是由大地均衡作用的平衡力所决定的。海底所以低乃是因为海洋部分的地壳較大陸部分的地壳稍重的原故。

然而科別尔承認：海洋与大陸的岩石圈有着構造上的相似点。陸塊（кратогены）和造山帶（орогены）并見于海洋与大陸。应当区分兩种現象：反映重力影响的（重力構造成因）海洋与大陸地区不同構造的形成現象（發生在大陸界內，也發生在海洋底部界內），以及这些構造的高度变化現象。

用地壳均衡假說來解釋兩种地貌水准面的成因，初看起來好象很真实，并且也簡單，所以这个假說傳布很广。

我們在上面看到，这个学說对于內陸的地形起伏是不太适用的。在对比海底与大陸這两个大的空間的时候，运动的机理主要是我們假定的。

然而，均衡学說碰到很大的困难：它認為地壳下有一片液体岩漿層存在，这恐怕是不确实的。深震源地震指出了地球上層与深部（700—800公里）的密切联繫，駁斥了这种說法。均衡学說反对形成大岩基的岩漿广泛上升运动。所以，當我們用邏輯上很簡單的均衡理論來解釋低的海底与升高的大陸水准面的时候，我們應該看出这个問題的解决是更复雜的。

从均衡学說本身已經派生出了大陸大水平运动假說。这个假說有不同的說法，其最早的是由俄國地理学者M.A.博哥列波夫提出的。他曾經提到：岩石圈各部分的大水平运动是因岩漿的旋風式运动而發生的。

魏格涅尔及施陶布与阿尔干等所提出的这个学說的說法也都是很著名的。

这些假說的內容曾不止一次地用俄語敘述過。正如 H. C. 沙茨基所正確指出，譯成俄文的書籍，大部分為拥护大陸水平運動假說的學者的著作。現在我們無需再闡述這個假說的本質。但是我們必須特別指出它的地貌的“表現力”，及其反對派所提出的、使它成為不能接受的學說的相反意見。

魏格涅爾假說在地貌學上的表現力在於：它不僅解釋了兩個垂直地形階梯存在的事實，並且也解釋了現代地形水平分割的特性。兩個垂直階梯的形成是質量輕的矽鋁殼在質量重的矽鎂殼上均衡漂浮的結果。如果矽鋁層是完整的，則地球的地形是不難想像的。矽鋁層由於月球自地球脫離，以及隨後發生的大陸水平移動（向西和向赤道）而破裂。矽鋁層破裂成現在大陸的碎塊。第二個作用構成了現代的岩石圈水平分割現象，但是，它完全不需要均衡的先決條件。世界自然地理圖的基本輪廓就是依此為根據的，因為整個“班塔拉斯”海洋（“панта-ласса”）聚積於矽鋁層的斷裂中，這些斷裂形成了個別的海洋。

魏格涅爾的假說易于了解很多生物地理學現象，所以生物地理學者很樂於接受這個假說。一般地說來，那些離地球物理學的較遠的學科的學者（如氣候學者）都願意承認這個假說，而擯斥解釋大陸運動的機理。地理學者則能正確地看到：雖然魏格涅爾的假說易于獲致很多的結論，但是它是站不住腳的。

過去我們曾經一再地談到，矽鋁塊在矽鎂層上運動的機理並沒有得到令人滿意的解說；我們曾經看到魏格涅爾的測量誤差：格陵蘭現在並沒有遠離歐洲；北美與歐洲間的經度距離是減少了而不是增加了。

我現在只比較詳細地談談地理學者或者那些與地理學相近的學者對魏格涅爾提出的反對意見。

在 1920 年的時候就已有學者評論魏格涅爾的原理，並且象阿·彭克和他的兒子瓦·彭克這樣偉大的地貌學者，也發表了反對魏格涅爾觀點的言論。

阿·彭克說，矽鎂層不可能具有可塑性。如果具有可塑性就不会有深而峻峭的太平洋海盆，而象爪哇那样大的島就会沉沒于矽鎂層中。大陸不是象漂浮在水中的冰塊那样，而是和冻结在年青的冰塊上的冰山一样。不过，如果矽鎂層是坚硬的話，那么它就应当挤压成为褶皺并且在海洋底部形成山脉，構成大陸的“前地”，譬如說，在美洲的西面；而实际上这种地形是没有的。

大陸的斜坡被刻切得很厉害，为許多河谷所割裂（如剛果河等），因而形成淹沒的陸地，这是足以証明大陸邊緣是垂直下沉的，而不能証明它是被撕裂的矽鋁壳的邊緣。

因此需要提到，苏联地理学者 Л.С. 貝爾格和 Г.У. 林德貝爾格曾經无可反駁地指出大陸淺灘切割的侵蝕性質，被淹沒的河床可以在2000公尺的深处看到。海这样大的水准面升起是不可能的（見下節）。

所以說，陸地下沉了。因此，現代地圖中的零度等高線乃是陸地邊緣下沉的結果而不是岩石圈中的岩塊撕裂与水平运动的結果（圖12）。



圖 12. 鄭霍茨克海沿岸淺灘与海底的侵蝕割切圖（据林德貝爾格）

魏格涅尔認為北美是在第四紀时自欧洲“分裂”出去的；但是，欧洲冰川复蓋的分布界限指出：欧洲西北邊緣为挪威海的邊緣所切斷了。所以，挪威海在第四紀时已經存在了。

瓦·彭克發表了如下的見解。

東亞山脉与新几內亞乃是在其軸部具有侵入岩体的大褶皺。所以这些褶皺的物質是沿着垂直方向上升的，而不是向

着水平方向移动的。其余的山嶺也有类似的構造，尤其是那些沿大陸西部邊緣分布的山脉（如安第斯山脉、科迪勒拉山脉）。这就是說，这些山嶺是上升形成的而不是物質的水平移动形成的。

然而，除去上升以外，还有宽广的地壳下降地区，后者可以拿亞馬遜河盆地做例子。这是从志留紀开始就存在的沉降地区。这种垂直幅度很大的沉降作用不可能不同矽鋁物質与矽鎂物質互相掺雜的現象有关。所以，我們不應該这样想象，譬如說，矽鋁層与下墊的矽鎂層之間有着明顯划分的水平滑动面。

在所有的其他意見中，科斯馬特提出了下述为地理学者最能理解的一个意見：魏格涅尔依照现代海岸線的圖形推断了大陸輪廓的相似性，但是这个符合零度等深線的輪廓，从大陸与海洋的地質構造看來，毫无共同之点；大陸的輪廓是非常暫時性的，譬如，从第三紀的时候起它就有很大的变化。

关于大陸水平运动是構成地壳地形的主要因素这一問題的爭論一直繼續到現在。譬如，在1941——1945年之間，这些爭論發生在美國“科学雜志”(American Journal of Science)上。爭論的發生導源于辛普孙(Симпсон)所發表的关于南美动物区系起源的論文。上面我們說过，生物地理学者是大陸漂移說的主要信徒。在上述的場合下，辛普孙避免用大陸漂移說來解述南美动物区系的起源問題。因为美國学者大部分都反对魏格涅尔假說。美國的地理学者与地質学者維里士(В. Виллис)甚至于把自己的論文标题寫为“大陸漂移說——神話”。

很多偉大的苏联生物学者摒棄了魏格涅尔假說。象 A. H. 克利斯托佛維奇，以前曾是他的信徒，現在(1946年)已轉到与其对立的陣營中來了。抱有同样态度的还有 B. Л. 科馬洛夫院士①。

不久以前 H. C. 沙茨基曾經發表了反对魏格涅尔理論的演說。他提出了具有地理学性質的見解——根据深震源地震的資料(圖13)。地震的震源确定在地下700—800公里的深处；它們位于时常發生地震的地点，也就是說，主要在阿尔卑斯型地槽帶中。深震源地震有很多發生在太平洋褶皺环內。所以，地球表層的移动与其深層的情况是有密切关联的。大陸的矽鋁塊在矽鎂層上沿着水平的方向滑动这种想

①1941年出版的“苏联植物与植物区系史的資料”第一卷中曾刊載魏格涅尔的拥护者 B. A. 亞爾摩林科的一篇文章。这篇文章附有主編人 B. Л. 科馬洛夫院士的說明：“他不是……魏格涅尔學說的拥护者”見第375頁。

象是不完全可能的。

“深震源地震及地壳構造的地質方面的綜合情況指出了魏格涅爾假說的荒謬性”——H.C. 沙茨基這樣說（見21頁）①。



圖 13. 南美洲的深震源地震（据H.C. 沙茨斯）

1—亞西褶皺；2—拉拉米褶皺；3—上第三紀褶皺；4—深震源在500公里以下的震中；5—具有250—500公里深震源的底層；6—具有150—250公里深震源的底層；具有50—150公里深震源的底層

不顧重力作用的重礦體在地殼上層的形成作用和岩漿向地面上升的作用。由此我們不能不得出這樣的結論，就是在地球體內進行着收縮與膨脹的鬥爭。這個觀念最近為我國偉大的構造學家B.A. 奧勃魯契夫、M.M. 捷賈耶夫、M.A. 烏索夫等所發展。這個意見在國外也為布克爾、布勒諾夫等人所談及。在很早的時候這個意見就已經為恩格斯發表在其

所以，漂浮在玄武岩床—矽鎂層上的大陸的巨大水平移動假說現在已不能惹人注意了。過去樂意求助於這個假說的地理學者、地貌學者當然也同意這些結論。

但是在這裡我還需要着重地指出，我一點也不想否認地殼水平運動的一般可能性。我只認為，水平運動常常被過分誇大了。對我們來說最重要的主要之點是：構成地形的乃是地殼的垂直運動而不是水平運動，垂直運動對於地貌學者來說是非常重要的。

地球上物質分布的研究可以使我們確信，地殼的構造與形態不僅決定於收縮現象、體積的減小與物質的下沉（像科別爾所說的），也有相反的作用。這就是

●這本書出版時J.G. 貝爾格院士還曾提出了許多補充的事實來反駁魏格涅爾的假說，並且以地殼的垂直運動來解釋生物地理的現象（全蘇地理學會報1947年，第一期）。

所著的“自然辯証法”一書中（見167頁）。

我們可以看到，這個學說是以地殼的張力來解釋兩個主要地貌階梯——海洋與大陸——的成因的，由於地殼張力發生了岩石圈中寬廣海洋的沉落。抱有這樣觀點的有奧勃魯契夫和布克爾。

結論 然而，在收縮論者、大地均衡論者、地球收縮膨脹論者之間所存在的，對於主要地貌階梯理解的不可解決的矛盾是否存在呢？我們認為，造成這種對立的障礙是沒有的。問題在於，上述的學者大部分都只看到地貌過程的一個方面，而未能經常注意到它的各个方面。

引用 M.M. 捷賈耶夫的話（1941年，第5頁），可以這樣說：所有在地殼上見到的運動，都是相互關聯着的，一個運動引出另一個運動，形成統一的地貌過程，這個過程最終決定於一個總的原因，即地球物質系統的總的發展。

在兩個主要地貌階梯——大陸與海洋——中也表現了地貌過程的統一性。

地球交替地發生收縮與膨脹。地殼既在收縮，也在膨脹。在膨脹階段中形成了寬廣的拗曲——海洋。伸展的矽鋁層變薄了。沉重的玄武岩與橄欖岩的岩漿進入海洋底部。這種上升是活躍性的，同時發生着侵入岩的形成與沉重的基性岩漿噴發。這種現象現在正發生于太平洋的島嶼中。海洋的底部在變重。在符合均衡規律及“重力”收縮規律的場合下，海洋底部的向下運動得到更大的推進力。進行着緩慢的沉降；地殼有的地方發生類似黑海海底的塌陷。兩個主要地貌階梯間的垂直距離因海洋底部的沉降而增大。海洋變成為最大的水圈物質的貯藏所。海洋水圈的重量為大陸岩石圈的4倍^①。海水造成補充均衡作用的一種負載，促進了海盆底部的下沉。

所以，兩個主要地貌階梯的劃分乃是統一的、複雜的地貌過程表現的結果。收縮和膨脹、均衡上升與下降——沉陷——乃是這個過程的組成部分。

^①全世界海水的體積約共為1370立方公里。

“海洋”与“大陸”互相对立，成为兩個主要的地貌階梯。海洋的水圈集中于深的海洋盆地，把这个地貌的規律改变为地理的規律并且造成地球的地理面貌的基本輪廓。所以上述的問題对地理学者來說具有很大的意义。

然而这是一方面的情况。它只揭露了現象的一个方面。“大陸”与“海洋”造成主要的地貌对比。但是“大陸”与“海洋”在形成同样的構造——陸台与地槽——这一方面來說是相同的。我們在談到太平洋海底構造时曾提到这个相同点。这些構造位于不同的高度，因張力——收縮的力量、重力作用及均衡作用而群集于兩個主要地貌階梯上。

在兩個主要地貌水准面上，划分这些構造，这正是岩石圈的地貌特性。

擺在我們面前的是更進一步地討論整个岩石圈的地質構造相似性問題。另外我們还有一个問題尚未解决，就是地球的上部地貌階梯的本質。

在研討上述問題之先，我們必須把地球的地形加以分析。而在从事此項工作时，应以便于直接研究的大陸的地形为例。

2. 大陸地形的基本輪廓

俄國的地貌学者在十九世紀时即已注意到地球上兩個基本地形类型的广泛發展——綫狀伸展着的山嶺和寬广平坦的高陸地。这些学者就是謝苗諾夫·天山斯基和克魯泡特金。

以后，这两个分类又得到了一般的地質構造和成因上的論証。山嶺和地槽有关，而平坦則主要与地球上的陸台区有关。

在地貌文献中，学者解釋与地球內力作用有关的地形主要特征时，常常僅限于这类的、并且大致都是很含混的說法。象甚么“山为褶皺所形成”可以在許多地貌学著作中看到。我們很少看到有人深入論述因地球內力而發生的、地形形成過程的机理。

大地構造觀念的結構是复雜的，并且主要是凌乱的。程度不等地散布在世間的大地構造假說有數十种。它們虽然可以在一定的条件下合併为几大类，但是大地構造觀念的散乱現象并未因此而消失。初看起

來，要選擇客觀而正確的方法來解決地貌學者所面臨的任務是完全不可能的。

這種表現着大地構造觀念特點的情況主要是在國外。這種情況已由於蘇聯學者的分析而變得簡單了。

M. M. 捷賈耶夫的觀念及意見對於我們是非常有價值的：

“所有在地殼上見到的運動，都是相互關聯的，是一個從另外一個中產生出來，形成了一個統一的大地構造過程，而這個過程歸根到底又決定於表現為地球物質體系一般發展的總原因”（1941年，第5頁）。

我們也完全應當這樣來確定地貌過程的本質（見上）。地貌過程也決定於地球物質體系的發展。本章所論述的就為隨內力或外力作用而轉移的地球物質體系的運動所決定的地形形態。

各個假說的主張者視之為相互對立及在本質上無法調和的各種構造假說，往往觸及到了地球物質體系及其形態之統一發展過程的個別方面。

十八世紀時，構成地形的升降運動的概念非常盛行。這是很自然的，因為這種運動是根據表現在地表面上的各種標誌判別出來的（自然這些標誌並不是經常被正確地瞭解了的）。判明這些標誌並不需要具有解釋那些因岩層位態變動所成立複雜形態——構造形態的本領。

垂直（升降）運動 此種地貌觀點體系的創始人是M. B. 羅蒙諾索夫，他在1763年寫道：

“地表面上的大的轉變系因著名的洪水而造成，不同的地層告訴我們，它們發生的次數是很多的。洪水常是從……超越過它們自己的岸界的海和湖那裡來的，它們的作用幾乎都是與地表面上那些不易覺察的長期繼續著的下降與上升相關聯著的”①。

不難理解，那些經常看到由沉積層組成而未經褶皺作用之平原的學者，是特別會抱着這些見解的。M. B. 羅蒙諾索夫及其以後的許多俄羅斯平原研究者也一定有這樣的印象。因此，這樣的印象在穆爾奇

①着重點是我加的——馬爾科夫。

松、道庫恰耶夫、卡尔宾斯基等的科学宇宙觀中起着主要的作用也是难怪的了。道庫恰耶夫在其名著“俄罗斯欧洲部分河谷形成的方式”中寫道：

“俄罗斯欧洲部分可以很容易地和很自然地分为兩個部分：边境部分与中央部分。如果談到俄國的濱海地帶，那么，关于它們在第三紀期間的升降运动在現在說來是毫无疑问的”（見第12頁）①。

讓我們來提醒一下（見第二篇），A.П.卡尔宾斯基是在1887—1894年提出了升降运动的思想的，而A.П.巴甫洛夫則在几年以后又提出了陸向斜的思想。

在實質上，这种思想与美國地貌学者的概念有明顯的关系。它具有強烈地貌学色彩的、美國大地構造觀念的主要組成部分。我們已經指出过，地貌学方法曾經在美國地質学者的研究工作中起了多么重大的作用。最能表現美國学者特点的一种地貌思想，就是垂直运动、升降运动或造陸运动的思想。“造陸运动”（эпейрогенез）这个術語就是美國的地質学者兼地貌学者吉爾柏特所提出的。

吉爾柏特曾經先后兩次談到地壳升降运动的問題：第一次是在1877年研究亨利山的时候，第二次是在1890年研究大鹹湖的歷史的时候。

在研究亨利山②的形态与構造的时候，吉爾柏特曾經描繪了岩盤的情况。岩盤構成了这些山地中各个高地的內核。其中有些为侵蝕作用所剥露，其余的还在沉積層复盖之下。所以，这些山地的成因是与岩漿侵入地壳沉積層的作用有关的，由于岩漿的侵入而使这些地段上升。

繼罗蒙諾索夫与火成論者之后，在吉爾柏特的著作中，又重新提到了关于岩漿在升降运动和地形形成中的積極作用的思想。

吉爾柏特在其研究大鹹湖——邦聶威尔（Бонневиль）湖歷史的第二部專著中，非常詳細地說明了升降运动的作用。

我現在摘錄出該專著中的一部分來，以便說明在这本書中所描繪的升降（造陸）运动的思想已經具有很復雜的形式。实际說來，吉爾

①着重点是我加的——馬爾科夫。

②位于科罗拉多河右岸附近，1869年为保維尔所發現。

柏特提出了兩种概念。他寫到(見第340頁):

“構成山地的地壳运动叫做造山运动。但是对于造成大陸、高原、海洋底部与大陸盆地等地的范围更广泛的运动，我們的语言中还没有同样明瞭的称呼。

在有可能把形成狭窄的地理波 (географическая волна) 的現象与形成寬广弯曲的現象对比以后，我冒昧地在这种广泛的运动之上加一个形容詞“造陸的” (эпейренический)，这个名称是根据希腊語“эпейрос”——大陸——而定出來的。

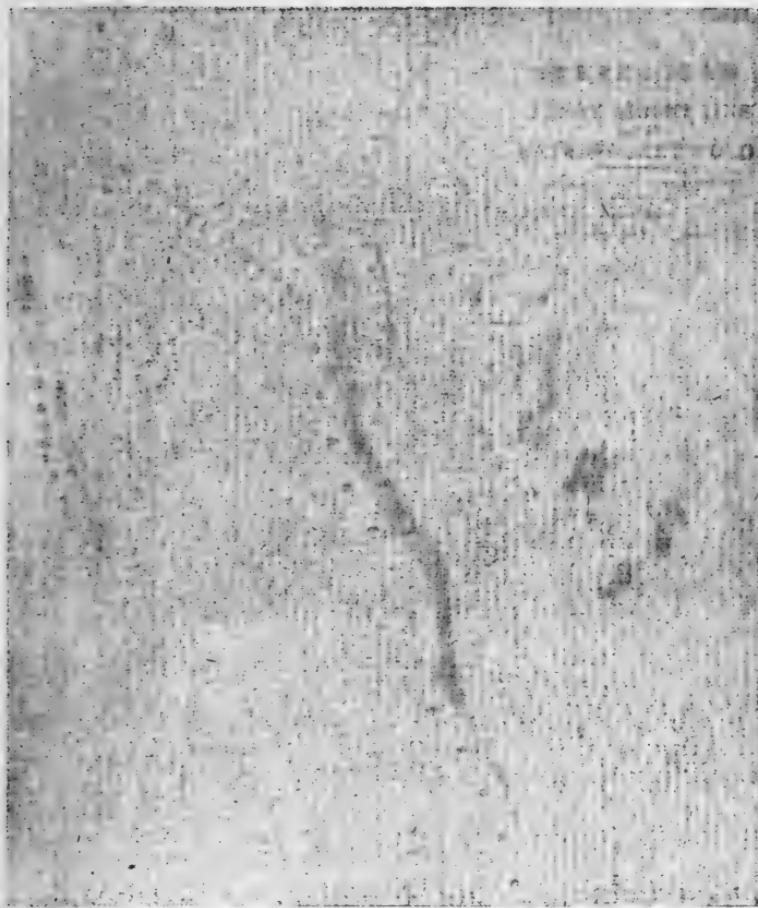


圖 14. 亨利山的岩盤和它們的剝蝕情況 (据吉爾柏特)

造山运动与造陸运动的力量可能是同一种力量❶，但是在它們还没有被弄清

❶着重点是我加的——馬尔科夫。

楚以前，我們仍應該把它們分別地來看待。在邦聶威爾湖區與大盆地地區中的很多山脈上造山運動所形成的”。

在上述引文中，需要特別地指出幾點。第一，吉爾伯特談到了“我們的語言中還沒有……”象對於造山運動那樣的“明瞭的稱呼”的運

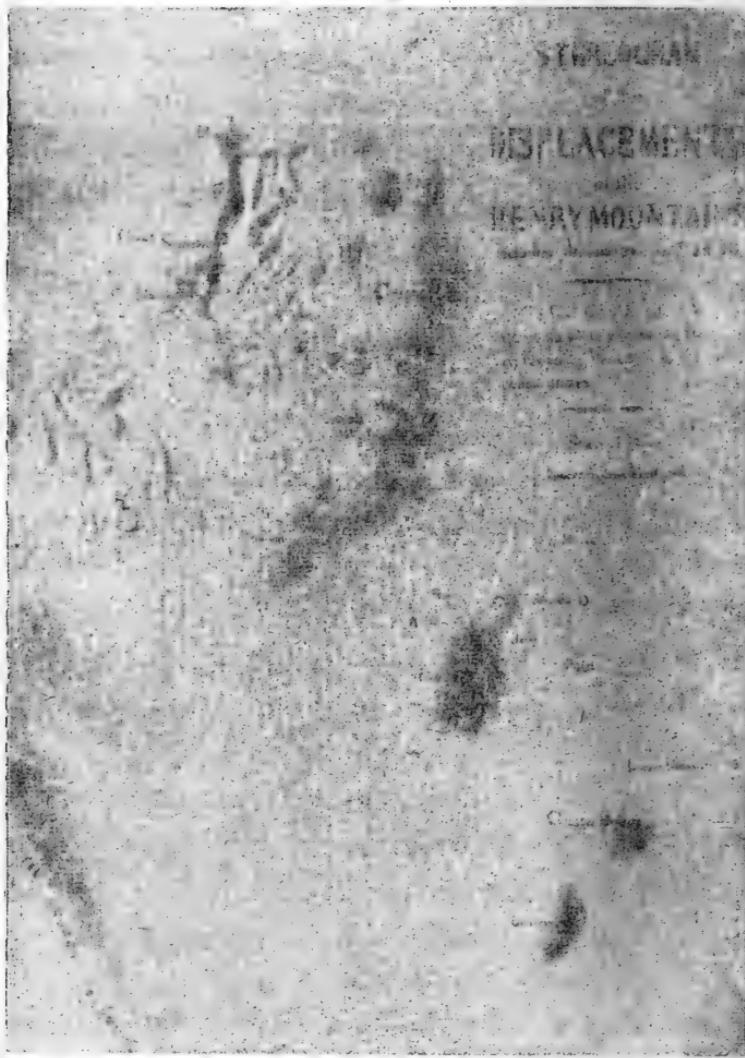


圖 15. 亨利山的岩盤和它們的剝蝕情況（據吉爾伯特）

動。造陸運動這個名稱是首先為吉爾伯特在專著“邦聶威爾湖”中所引用的。這個運動也就是 A. П. 卡爾賓斯基在更早的幾年以前所說的升

降运动。

然而我們还要注意一点。在吉爾柏特的概念中，造陸的——升降的——运动是与造山运动相併列的，并且，它們中間的关系又被以这样的詞句着重地指出：“造山运动与造陸运动的力量可能是同一种力

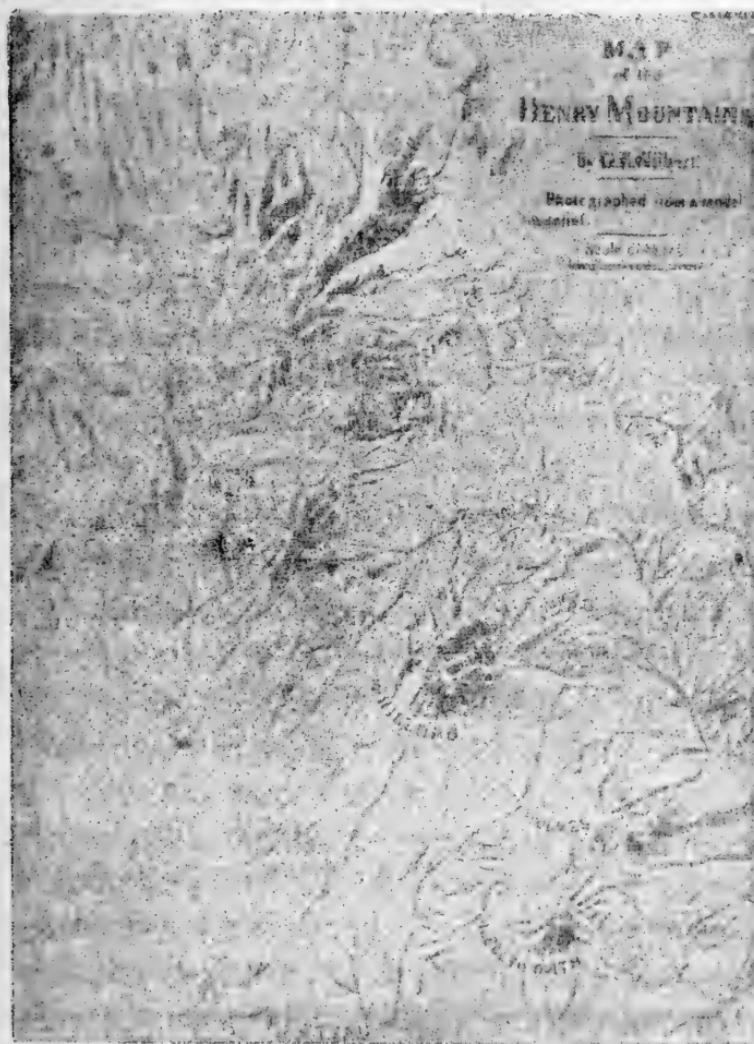


圖 16. 亨利山的岩盤和它們的剝蝕情況（据吉爾柏特）

量。“包含于这些話中的主要思想是地貌过程（与大地構造过程）有不同的形式，但是它表达得極不明顯。

地表面的垂直运动可能与断裂同时發生，后者的作用曾为 B.A. 奥勃鲁契夫特別指出。奥勃鲁契夫在其自傳中說：

“还在研究色楞根河之时，我就已得出这样的結論，就是在西伯利亞山脉的構造中，具有重大意义的断裂变动，也就是說，地壳的大的岩塊沿着断裂的裂縫發生了垂直的移动；而不僅僅是被認為起着主要作用的褶皺运动。阿尔泰山的研究証明了这点，并且說明，阿尔泰山的現代地形是由沿着較褶皺年青的断裂發生位移而形成的。我在阿尔泰山的大地構造概論中，对于西伯利亞山脉現代地形成因的解釋奠定了开端。”（見第258頁）

在美國的地貌学者之前（自然，这里說的是在罗蒙諾索夫之后）升降运动的思想曾被达尔文明确地提出來过。如果不把这一点指出來的話，那我們就要等于遺漏了一个重要事件。达尔文是根据他在1832—1836年間乘“貝格爾”号海輪旅行时考察南美階地的結果提出了这种思想。他寫道：“在沿岸的广大地区，剥蝕与上升是同时進行的，并且这两个作用的力量是均等的，平原的高度一致就說明了这一点”（見第559頁）。

水平（褶皺）运动、最古老的 地貌之謎——升降运动的思想——是与另外一种地貌思想据有同一地位。这指的是被看作造山過程的褶皺現象的假說。用吉爾柏特的話說，造山過程產生了山，讓我們來探討一下这个在地質学与大地構造学上極为重要的思想。不过我們只把褶皺作用在地貌上的表現看作整个地貌过程中的一种形式。

任何地方对于褶皺的研究都沒有象在阿尔卑斯山所進行的那样大的規模，在那里，褶皺变动非常复雜而丰富。但是地球上褶皺运动与發展的一般情景郤可能是建立在一定的宇宙的基礎之上的。这样一些宇宙觀就是康德（1755年）与拉普拉斯（1796年）的觀念。他們認為地球的發展乃是球体的冷却与收縮，这也就是褶皺發生的先决条件。

康德拉普拉斯的假說乃是收縮說的理論基礎。收縮說的創始人則是埃利·迭·博蒙，而其初步的發展是与休斯及海穆有关的。

褶皺作用在地貌上的意义曾为埃利·迭·博蒙非常清楚指出，早在1852年时他即寫道：

“……被粉碎与弯曲了的地層的嶺脊形成了………地球表面不平处的嶺脊，

我們把这种嶺脊称做山嶺；从这里我們可以得到一个結論，就是任何某一斷層系的平均方面、弯曲地層系的平均方向以及山系方向——这三种方向几乎都成为同义字了。

从上面摘錄的引文可以看出，埃利·迭·博蒙的意見是：褶皺作用是具有明顯的地貌表現的。

同样明顯的地貌學傾向也表現在休斯的第一部綜合的著作“阿尔卑斯山的成因”中（1875年）。休斯不僅是一个地質学者，而且是以地貌学者，甚至于以地理学者的立場去研究褶皺現象的。这种对于山地的多彩特点的極大的地理兴趣从該書第一頁起就表現在讀者的面前：

“美丽的高山区——阿尔卑斯——点綴了我們世界的中心（！——馬尔科夫），每年都有考察者的馬車由这里通过。但是，如果你去問他們中間的一个人，阿尔卑斯山是怎样形成的；那么你就会知道，虽然在最近十几年來阿尔卑斯山总的構造格局的大部分已經在大致可靠的程度上确定了，但是对于上升力量的性質还有着互相矛盾的意見的”（見第一頁）。

在上述休斯的話里，着重地指出了人們想要理解阿尔卑斯山的成因的願望，在这里，人們把它看做“美丽的山区”，看作地貌景观。

依照休斯的意見，造成阿尔卑斯的力量就是褶皺作用。还在1875年时，休斯就已經很明确地作出了这个結論，这一点我們可以从他下面的話里看到：

“僅僅这些初步的觀察就可非常明顯地指出，大塊体物質沿着水平方向的均勻移动时对于阿尔卑斯山系的外貌具有远較因垂直作用力而直接上升的运动还大的影响①，后者是自地球內部作用于地球表面的，它直到現在还为学者所过高地估計”。

所以造成山的是褶皺作用，而不是升降运动。

关于褶皺的地貌作用的同样思想在十年以后也表現于“地球的面貌”一書中。在該書第一卷末尾，我們可以看到下述关于褶皺在地貌上表現的叙述（見777頁）：

①着重点是我加的——馬尔科夫。

“水平方向运动形成了这样綿長的褶皺帶，它伸展于全世界，从这一端直至另一端。地球上最高的山，如高里三卡尔❶、穆斯塔格地方的无名山❷，以及所有的中亞高原就是由它堆疊而成的”。

因此，在休斯的著作中，褶皺作用被看成是造成山脉的基本地貌过程，而升降运动則被認為是次要的（为了不說成是更次要的）。然而在这里我們必須指出，休斯的褶皺运动說是从垂直运动——冷却着的地球之外壳發生沉降运动——的學說產生出來的。

和休斯同时代的偉大的“阿尔卑斯”学者阿尔別尔特·海穆曾于1878年对造山作用的机理作了專門的研究。很顯然，这个研究是有助于更深地理解地貌过程的实质的。

海穆关于造山作用的机理的文章在当时是闡述位于芬斯特拉尔根地区的瑞士阿尔卑斯山群中的一部分的。这是一部大的專著（約350頁），它几乎与休斯的“阿尔卑斯山的成因”同时問世。和后者一样，海穆的著作也認為造山作用的机理是水平的收縮。然而遺憾的是，書的名字很少和它的內容相符合。

实际上，地形的成因是海穆以其著作中的一章（第五章）來闡明的，这一章的題目为：“地表面的特性”。他指出了以下各点：在地形上还以極一般的形态保存着与背斜軸相一致的綫狀伸延物（山嶺）。可是，当我們更仔細地觀察时，則可以看到地表形态并不依賴于变动性構造形态的現象。这里所指的无论是橫谷和橫嶺，或者是縱谷，它们大部分都与構造凹槽不一致。

“如果我們从阿尔卑斯山的頂峯下望，……就可以看到山脉的一般輪廓，甚至于山脉的細節。地球內部的褶皺作用造成了阿尔卑斯山的这些垂直割切的基本外貌❸。一幅很好的地圖，尤其是分層設色圖（гипсометрическая карта）就能把極清晰的山脉綫及其間的縱谷表現出來。

“但是，如果我們从高度較小的地方來看阿尔卑斯山，…………則决定着情景的已經不是山嶺，而是山谷了”（272頁）。

“所以，我們这个地区的現代地表面，主要是剝蝕作用的結果。内部構造与

❶大家都知道，在过去高里三卡尔还未和珠穆朗瑪峯——世界最高峯——分开。

❷着重点是我加的——馬尔科夫。

原生地表面对现代地表面只有非常小的影响”（280页）。

褶皺作用在过去曾经直接反映在地表面上，在侏罗山就是现在我们还可以看到它。但是在上升得较高的阿尔卑斯山，剥蝕作用是如此的强大，以至于其所消滅的山地体積已与殘留的相等了。書上有很多关于剥蝕產物体積的計算。依照海穆的計算，在萊茵河谷中，被冲去的岩層就有750立方公里。

海穆的这一整本書和休斯所寫的書一样，完全是地理学式叙述的。著者只在說明著名的、美丽如画的、阿尔卑斯山的地形。他認為，这种地形是褶皺作用造成的，后者在今日已被強烈地冲刷了。

可見，在休斯和海穆兩人的見解中并沒有原則性的分歧。只不过是海穆对于改变由褶皺作用形成的地形形态的剥蝕作用“作了修正”。

与此同时，在美國發生了和上述思想相似的丹納的思想（1873—1875年）。他关于褶皺作用直接表現于地形上的概念表現得和他的西歐同道們一样明顯；他寫道：“山脉形成了一条条的綫，在因收縮而產生的水平压力影响下，地壳沿着这些綫而收縮，繼此而發生决定山地高度的物質堆積。”

可見，在十九世紀后半紀中，确定了兩种地貌过程的形式——地壳的升降运动与褶皺运动。

如我們 所見到的，吉爾柏特 曾經寫道，兩者間的关系还未弄清楚。在文献中，把这兩种觀点看做不同的大地構造假說而对立起來的場合远較承認他們共同性的場合为多。就是在大地構造学与地貌学文献中时常看到的地壳垂直运动与水平运动的对立現象。

然而，无论从休斯的古典派的收縮說看來，或是从科別尔的最新的收縮說看來，水平运动都是从垂直运动派生出來的。所以，在水平运动与垂直运动間也有了共同之点。主張收縮說学者認為上述的垂直运动的方向是朝向地球中心的。地壳在下沉——因而，就垂直地移动着。由于地壳沉降的結果，地壳对于其内部的体積來說就顯得过于寬大，因而集攏起來成为褶皺。在收縮学者看來，褶皺，即水平运动是因垂直运动——地壳的下沉——而發生的。所以垂直的移动是这兩种見解的基礎。可是，表現在这里的見解的共同点及在以后表現在休斯与

吉爾柏特之敘述中的形式却被破坏了。休斯否認地壳上升的垂直运动的可能性，而这种可能性却很明顯地表現在吉爾柏特的著作中。这是休斯观点中的顯著缺点，也是他假說中的致命伤。

休斯的詭辯竟如此之甚，我們可以从他“被迫”來否認波罗的地盾的上升这一行为看出。为了否認世人所共知的上升的証据，他曾提出如下的解釋：

“但是，瑞典并没有上升，而波罗的海，由于其决定于气候影响的深居内部的位置，而处于日趋干涸的状态。这种情况迫使距其海口很远的海岸綫的某些地段日益低落。”（卷2，701頁）。

这种解釋極其荒謬与不可信是非常明顯的，我想，已用不着我再來評論了。

由此可見，地貌运动的兩种形式在十九世紀70—90年代时就已为人所知并且被論証了。它們成为地貌学者的資產，对它們的叙述充滿了地貌学的教科書与手册。

象这样对于地形之大的特征的解釋，在我國或外國的地貌学的著作中都可以看到。在后者中，我想提出毛尔的最新地貌学（1938）、漢茨的地貌学（1943），以及在1946年根据1930年法文版譯为俄文的馬东的“自然地理”第二卷。依照教科書出版社的意見，馬东的著作反映了地貌科学的最新成果，是值得我們特別注意的。

馬东以褶皺及与之相伴而生的断裂來說明地形的形成。在以“構造与大地構造的影响”为題的第七章中，他分析了地形与大地構造間的关系：整合構造的形态、構造陸台、不对称的單斜形态、褶皺構造等。我們可以用簡短的話來指出，就是在馬东的觀念中，决定于大地構造的地形形成的机理这个重大問題，僅限于解釋为在褶皺作用下而生成的断裂变动形态在地形上的表現。只有3頁（！）（714—717）說明了“一般运动”的特征，他所說的一般运动就是地壳的造陸运动，此外，馬东未曾想到确定這兩类运动間的关系。

这些見解并不是40—50年前在科学界中所形成的那些見解之前發表的，而是在其后發表的。而这些見解已为苏联学者很好地闡明了，对于这样的題目甚至可以發表一部專著！

地貌過程中的岩漿運動 上述兩種不同觀點反映了形成地球上地形的兩種重要的物質運動形式。然而它們所反映的并不是所有內力的地貌過程的主要方面。

在上述各種觀念中都認為岩漿作用的影響是很小的。但是，岩漿作用在地貌上的表現目前已經很為學者所注意。在收縮說盛行之前，就已有學者認為這些作用有巨大的影響。這些概念的重新發揚，始於二十世紀初，並且特別發展於二十世紀的前25年間。

在十九世紀初期，火山口升起的假說曾經特別強調了岩漿在地形形成中的作用。依照這個假說的說法，地殼因上升岩漿的挤压而腫脹。這樣便形成了“高海拔火山口”。這些觀點曾在十九世紀後半紀——收縮學獲得勝利的時候——被學者排擠掉。

吉爾柏特曾在那個時期發表了反映這種觀點的有價值的著作。我們認為，這位“邦聶威爾湖”專著的作者，是美國地貌學派的奠基人之一。他在地貌學的另一方面，也有相當重大的貢獻，這就是他對在地殼內形成並且使地殼升高的岩漿侵入體——岩盤——在地形上的表現作了分析。如我們所見到的，這部著作是他在考察亨利山的基礎上寫出的。

岩漿運動的地殼作用的研究在二十世紀前25年間有了更進一步的發展。對於這個作用的理解是非常多樣的，某些學者注意到岩漿的非常消極的作用，亦即它對於漂浮的地殼塊的液體靜壓力（гидростатическое давление）。均衡學派曾經廣泛地利用這個觀念，並且想根據它得出相應的地貌學結論來。根據這些材料，我們認為，它們也能幫助我們解釋兩個主要地貌階梯——海洋底部與大陸台地——的形成。魏格涅爾的漂移說雖然所論述的是大陸的大規模漂移，但是他認為岩漿是一種消極的媒介體和移動大陸的推動力，因而探討與地球迴轉有關的力量。

和上述觀點同時出現的還有另一種認為岩漿是一種活躍的原動力的觀點，認為它具有自己特殊的表現於地球表面形態上的運動。抱有這種觀點的學者最初認為岩漿是水平地運動的。譬如，博哥列波夫認為岩漿形成了和空氣中的氣旋一樣的渦流，這些渦流促使陸地上一些

地段發生膨脹、斷裂和大規模的水平移動。水平方向的岩漿流曾是安普菲尔、哈尔曼及其他一些西欧学者概念的基礎。

在地貌學方面比較有成果的是另一種主要考慮岩漿垂直運動的傾向，這些觀念是 A.A. 波爾康諾夫院士、克洛斯及著名的地貌學者瓦·彭克所提出的。我們可以說瓦·彭克就好象是繼承了表現于亨利山專著中的吉爾柏特的觀念。

克洛斯宣稱（見 407 頁），他的任務是消除在研究岩漿現象時的片面性，這種片面性是在收縮說及只承認岩漿水平運動的假說盛行時形成的。

岩漿運動形成了寬廣的、隆起的地盾與位於其間的盆地。隆起的過程伴隨有地殼的破裂、地壘的形成及火山作用（克洛斯有一部著作曾標題為“隆起——破裂——火山作用”）。

這些現象曾被很好地畫在上述克洛斯作品封面的立體圖上。現在我們轉載于此（圖 17）。這種上升也遍及褶皺區，它們以同樣的程度分布在大陸表面與海洋底部。在圖 18 中描繪了 15 種不同地區的這類

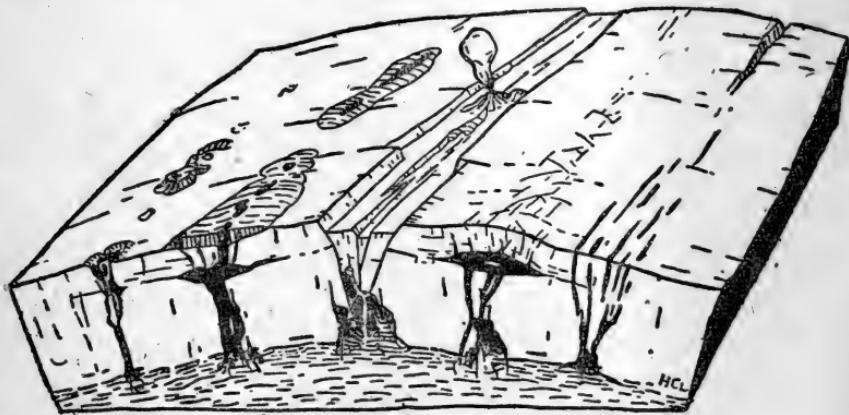


圖 17. 隆起——地殼破裂——火山作用（據克洛斯）

隆起。

不同的學者都曾論述過這種過程，不過在實質上，他們所說的都是一樣的。

關於岩漿對地殼上升有積極作用的思想是以瓦·彭克的概念為基

礎的，他有很多見解都是我們現代地貌學的指導性原理所承認的。
（关于这点下面还要談到）。

大褶皺 瓦·彭克描述由大地構造所决定的主要地形形态之一

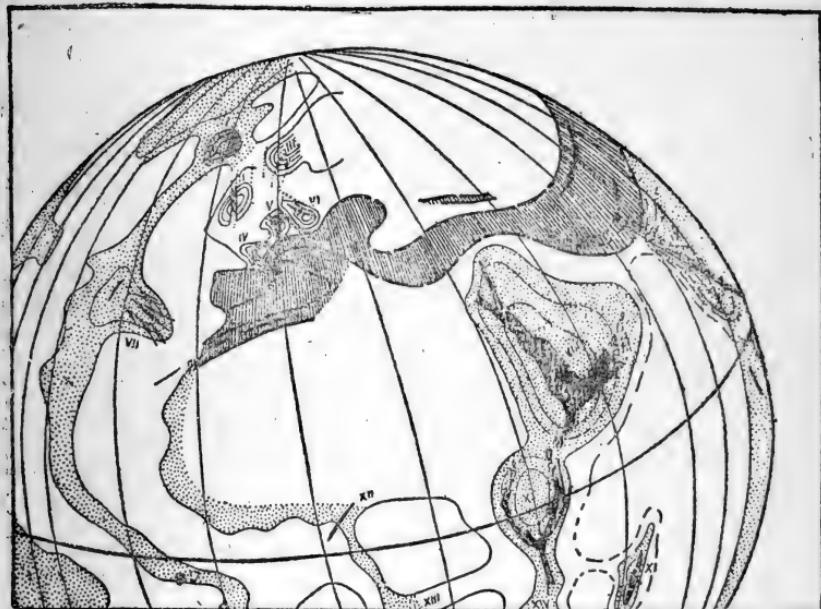


圖 18. 克洛斯所画的、歐亞大陸及非洲的各个上升地帶的位置（用封閉的綫及羅馬字指出）；圖中綫條表示上中生代及第三紀褶皺区；黑綫表示上升地区中的地塹与火山裂縫

——**大褶皺**时，曾經这样的分析了它們的成因（1924年，第24頁）：

“有足够的理由說明，大褶皺并不象前人所想像的那样是从外向內收縮的結果，而是在流动帶的体積在侵入体影响下膨脹的結果，因而也就是由于岩漿侵入地壳的結果”。

从上述概念中我們可以看到，大的垂直上升（或沉降）被認為是岩漿物質積極地垂直运动的結果。这些运动並不僅僅是褶皺作用的反应，它們既明顯地表現于陸台区，也明顯地表現于地槽区。在地槽区，它們通常是褶皺作用終了之后遍及于褶皺区的。

下面摘錄一些不同的学者关于**大褶皺**（及与之有親緣关系的產物）的定义与描述。

1. Б. П. 李契科夫 “地球上各种不同的地形，并不是由与地壳的水平应力有关的小褶皺作用（又称为造山作用）所形成，而是由表现为上升与下降的垂直运动——造陸——运动所形成的”（1941年，第13頁）。

2. А. П. 巴甫洛夫 ……地壳上大陸地区非常長的，但寬而坦的拗陷在實質上是与向斜褶皺及地槽不同的，它在科学上还没有特別的名称，我提議称它們为陸向斜（1909年）。

3. E. B. 巴甫洛夫斯基 斯坦洛維山嶺的頂部可以看作背斜类型的大褶皺——大背斜。其特点在于，它具有表現于地表面上的褶皺类型一般構造的一切特征。形成这种特殊大背斜的，就是当代的造山运动，它在最后形成了斯坦諾維山嶺这座高山”（1941年，第27頁）。

4. M. M. 捷賈耶夫 陸地地形的分析告訴了我們所有地表面升降运动的基本特征，这些运动的具体表現是隆起与窪地，它們是大陸地形的主要歷史形态”（1934年，第73頁）。

5. M. A. 烏索夫 “在褶皺構造中有垂直和水平的兩种不同形式。垂直的構造是在岩石圈的升降运动条件下形成的。它們通常都有巨大的曲率半徑，占有寬广的面積……垂直構造与水平形式的褶皺構造不同，它們可以划入構造波形这一类中去，因为这种構造波形与它們的实际形态相符合”（1940年，第21頁）。

6. C. C. 舒爾茨 結果，我們現在就看到了高山地形，在这种高山地形的形成中，起主要作用的就是第一級的大褶皺。形成了車爾斯基——阿拉套整个山系的背斜，在外形上和阿尔干所說的基底褶皺非常相象。納倫和伊塞庫爾兩個陷落凹地也是同一級的向斜”（1937年，第782頁）。

7. 阿尔干 “准平原的弯曲——这是阿尔卑斯式深褶皺的很好的指标”……沿着巨大正断層發生的位移，在巨大而廣闊的弯曲褶皺構造中，已降为不顯著的細節”（1935年，第31頁）。

8. 布克尔 地表面好象“被分开为复雜紛呈的形态不規則的許多盆地，在这些盆地中又間隔着許多形态不規則的高地”。因为沒有綫狀的形态，所以它們只可能由于垂直于地表面的运动而形成的（1939）。

9. 科斯馬特 “山的形态并不是褶皺作用本身的結果，不过它們通常發生在非常晚的阶段……复雜的褶皺运动和逆掩構造运动愈來愈多地轉变为寬广的波形構造，而这种波形構造就調節了山的上升”（1937年，391頁）。

10. 哈爾曼 “山或造山运动就是地壳的一切地理上的隆起。它們全部都是由上升，即原始的構造作用所形成的……山地在現代的高度与褶皺毫无共同之点。山地根本不是因褶皺而生成的（1930年，第182, 193頁）。

岩漿形式的物質运动是不是其他形式物質运动的一种呢？它是不

是地貌过程中某些阶段中的一个呢？

依照捷賈耶夫的說法，这些現象的順序与其内部聯繫是这样的：褶皺形成，地壳破裂，岩漿侵入地壳及地壳的隆起——这是巨型升降运动的几个阶段。所以，褶皺的形成与山地的形成在時間上是不一致的。在过程的末了，就發生岩漿升达地表、地壳的个别地段下沉与破坏等現象。

并不是所有的学者都这样地判定地質現象的順序的。譬如，C.C. 舒爾茨就認為，褶皺形成的过程也就是造山的过程。然而 C. C. 舒爾茨所理解的褶皺形成乃是地球表面上的大半徑的弯曲——大褶皺，而在大褶皺中則包括許多比較古老的、为小褶皺所揉皺和为裂隙所分割的構造，不过它們只是作为消極的物質而参加造山過程的。現代大地構造觀念創始人之一哈尔曼認為，褶皺（狹义的）是地層在地壳的隆起部分——大穹地（геотумор）与沉降部分——大陷落凹地（геодепрессия）的坡面上滑动的結果。它們造成了地球上的地形。依照哈尔曼的意見，大穹地与大陷落凹地都是因岩漿运动的結果而生成的。

兩种地形形成假說的比較 关于学者对于上述現象觀点的分歧，我們不可能在这里來分析与評論，因为它們是大地構造學專門研究的对象。对于我们比較重要的，乃是根据上述那些与地貌問題之解决有直接关系的觀点得出來的一般結論，这些一般性結論是：

（1）收縮学派所理解的褶皺作用，其本身并不形成地形；褶皺的形成与山的形成是兩种不同的概念。

（2）內力作用所形成的地形就是形态不同，面積不等的地壳隆起与下沉，它們常常是很寬广的。

（3）这些隆起是在岩漿上升与下降的積極参与下生成的。

这样的地貌过程为当代極有威望的为數極多的学者所承認。在苏联学者中，我可以举出 B. B. 別洛烏索夫、B. Л. 李契科夫、H. И. 尼古拉耶夫、E. B. 巴甫洛夫斯基、M. M. 捷賈耶夫、M. A. 烏索夫、C. C. 舒爾茨。在国外的学者中，我可以举出阿尔干、布克尔、科斯馬特、馬哈契克、瓦·彭克、哈尔曼。在它們中間有很大的分歧，不过，这些分歧可以說都是次要的，而不是主要的。在地貌学方面，重

要的是應該指出这些觀念与收縮說觀念間的原則性差別。所以，實際說來，在我們面前有兩大類互相对立的地貌觀念，这就是：

收 縮 說

綫狀展延的山嶺；位于地槽区；
由引起褶皺作用的垂直压力形成。

升 降 运 动 說

地表面不同形态的隆起与沉降；
分析于地槽区，也分布于陸台区；由于因內部物質（岩漿）積極上升与沉降而生成的垂直隆起（与沉降）所造成。

這一來，我們就碰到了兩种完全不同的地貌觀点。如果我們更深入地追索現象間依賴性的各种原因，这些現象怎样个别地出現于上述兩种概念中的一个之中；那么，这种差異还要更大些。

休斯和收縮說学者大体上都是把地球因其体積收縮与压緊而發生的單方向收縮过程作为自己概念的根据。这些概念的理論基礎为拉普拉斯与康德的宇宙說。但是这些概念已經為現代的天文学所抛棄了。現代的天文学不承認物質有循序与連續的冷却和收縮的現象。他們承認一种相反的，主要因內部反应作用而發生的漸热与膨脹的作用。这也就是恩格斯所預見并且确定了的引力与斥力之間的斗争。

我們可以看到，在研究構造过程，特别是在研究構造过程中岩漿形态的基礎之上，地球体內的收縮与膨脹的同样一种更替是被確認了的。

所以，上述的对地貌過程解釋的改变也就是我們整个自然科学觀念体系深深改变了的結果。因此，不能不对很多現代地貌學論著关于造山运动的不令人滿意的陈旧解釋感到遺憾。

地貌學对于这个深深地改变着地表面的过程的本質是不能忽視的，究竟是什么力量引起了反映在克服重力对岩漿物質影响上的巨大岩漿物質的上升运动呢？

在解釋这个过程时，学者特別注意到放射性元素分解的現象。英國的科学家約翰·居里曾首先試圖从这一方面來解釋物質的膨脹与冷縮的現象——地壳的隆起与沉降。B. B. 別洛烏索夫發表了如下的見

解：存在于放射性物質含量很多的花崗岩中的放射性物質足以預防地球冷却①。赫洛平認為放射性元素的分解作用即使只限于厚达90公里的地球表層中，地球的温度也就可以保持不变。然而地球表層是很厚的，所以，“由于放射性的蛻變，地球內部溫度增加的速度約为其从地表放射的速度之十倍”（1942年）。

在所有的褶皺區，都有花崗岩侵入體。重达 5×10^{12} 噸的巨大英云閃長岩侵入體構成了阿達麥洛山群的骨架。面積达 2000×200 公里的岩基形成了科迪勒拉山的骨架。在芬蘭花崗岩共占其國土面積的 52.5%，而在蘇聯，出露于地表上的酸性侵入體的面積共达 984000 平方公里，即占國土總面積的 4 %。

“實際說來，——德利說——每個岩層都是在不斷燃燒着的火爐”。譬如，玄武岩在自 0° 加熱至 1000° 時的一般膨脹率為 25^{-6} 。因受熱而膨脹的花崗岩物質侵入地殼，形成岩基。當它們升達地殼表層時，便開始冷卻而體積逐漸縮小。因此發生了地殼的下降運動，下降運動在地貌上則表現為地球上褶皺帶的塌陷部分。

如果我們想像這個過程是在地表上很多不同的地段中同時進行的，那麼它們就可以描述為地球的膨脹階段和收縮階段。

所以說，地球的物質，尤其是其酸性的岩漿，具有表現在地表上的強有力的膨脹與垂直運動的能力。自然，這個過程並不是單獨的。與之同時，還應該有其他的过程——物理-化學的，或結晶-化學的过程。

現在我再回過頭來研究酸性花崗岩中重放射元素的含量。最重的元素——原子量為 238 的鐳——比鐵（原子量為 55.85）與鎳（原子量為 58.69）重好多倍。依照現有的假說，地球的沉重核心就是鐵和鎳組成的，但是鈾、鈇、鐳（原子量 226.03）却常發現於地球的輕殼中。戈爾德施密特把这个現象解釋為上述元素的原子量太多。“它們過分的多，以致進入了由矽酸鹽岩漿構成的普通礦物組成之內”。它們因此停留在岩漿內，並且進到在岩漿凝結作用末了形成的礦物組成

①蘇聯的花崗岩層含鐳 1.6×10^{12} 至 2.83×10^{12} ，世界上的花崗岩平均含鐳量為 3×10^{12} ，而玄武岩的含鐳量僅為 1.0 — 1.5×10^{12} 。

中，也就是說，進入到由酸性岩漿所構成的礦物組成中。

实际上，地球是在依次地發生上升与下降的，并且收縮时期与膨脹时期相交替。我們在這裡不想描述这样的情景，也不想找出更多的因果联系來解釋它們。有些学者在这方面牽涉到很远的問題。譬如，Д.Г.潘諾夫不久以前發表了一个假說，談到地球的收縮时期及膨脹时期与銀河迴轉的时期有关。但是，再要進一步的推斷就会使我們离題太远了。

戴維斯对休斯的反对意見 擺在我們面前的是兩种牛耳的地貌觀点，这就是：水平收縮假說与垂直升降运动假說。其中第二种假說居于优势，因为它最能夠說明因內力作用而形成的地形之巨大的起伏不平。从1920年起，也就是从瓦·彭克的著作發表之后起，这个假說就在地貌学中居于統治地位。

但是我們必須注意的是，形成地形的主要因素——隆起与沉降的作用已經為我國学者罗蒙諾索夫、卡尔宾斯基及美國学派所着重地指出了。美國学派中，我所說的是吉爾柏特，尤其是戴維斯。

誠然，戴維斯所解釋的地壳隆起現象有些抽象，且与这种或那种大地構造的發展沒有关系。但是，這兩個学派代表——休斯与戴維斯——間主要概念的对立性早在升降运动的觀念为大地構造学的研究論証之前即已明顯地表現了出来。

1905年，戴維斯曾对休斯研究工作中的过分重視水平收縮現象表示反对。知道这篇文章的人不多，所以我現在把它引述如后。

戴維斯引用了地貌学的材料。他指出了高的夷平地区具有广大的面積，他所提出的这些夷平地区是天山、美國的烏塔州及內華達州、西那拉-內華達山、加利福尼亞、阿巴拉契亞山、卡斯卡德尼山、阿拉斯加，及挪威与中国等处。正如戴維斯所正确指出的，这些准平原化地区的情勢除去以隆起、也就是地壳的垂直运动解釋以外，其他的說法是不能解釋的。准平原水准面切割了水平运动所形成的褶皺構造，水平运动并不能造成地形。从山的外貌上，并看不到水平压力的結果，尤其看不到休斯認為是單方向水平压力特征的褶皺構造不对称的表現。

在这个爭辯中，可以看到兩個基本觀念的对立性，地貌學与大地構造學的進一步的發展証實了戴維斯觀點的优越性。

許多年以后，維里士評論了戴維斯在这一方面的觀點，他寫道：戴維斯的著作在地貌學中創立了新的紀元。戴維斯曾經指出，——維里士寫道——地貌面——准平原——完全和任何的地層面一样，可以用來判断地壳的运动。“在这兩种情况下，就有了一个一定的平面（плоскость），这个平面只能在与水 面（водная поверхность）的一定关系之下才能發展”（第16頁）。

休斯并不否認戴維斯的意見，就象維里士所說的，他只能答称：由于本人已年屆花甲，以及要結束已做的工作，故不能再來研究这个問題（見第10頁）。

总之，大地構造學与地貌學的進一步的發展証實了戴維斯的觀點是正确的。

上部地貌階梯 上面我們已經論述了高的夷平地区及升降运动在这种地区形成过程中的作用，現在需要指出的只是这些夷平地区的总和造成了海陸起伏曲線上部的地貌階梯。

上面曾談到，高的均夷面的总面积約共为30,000,000平方公里。这个数值約为地球面積的6%（是一个在海陸起伏曲線上部圖中可以看得出的数值），如果做出各个大洲的海陸起伏曲綫，那么就可以看到上述曲綫有不同明顯程度的弯曲。亞洲（尤其是中亞）及非洲的高的均夷面（絕對的和相对的）面積最大，而欧洲的高的均夷面面積最小。南極洲所有此类均夷面是独特而又“虛假的”。因为它的地形被巨大的冰盾增高或夷平了。依照科辛納所做的統計，高度及面積最大的均夷面如下表所示：

在下表中，南極洲的材料是極不夠充分的，因为南極洲只是在东部的陸台区具有位于冰盾复蓋之下的高的夷平地形。至于格陵蘭，則在冰盾的复蓋下大概有切割十分強烈的巉崖骨架（由地震計測出）。

所以，下表主要是测量学上的巨大成果，而不是地貌學上的巨大成果。然而除去此表所列数字之外，其他方面的数字还没有哩。由下表可以看出，上部地貌階梯的面積（前面曾确定其总面积為30,000,000

地 理 位 置 与 名 称	平均高度(公尺)	面積(平方公里)
西藏	4500	2 000 000
帕米尔	4000	100 000
玻利維亞	3800	950 000
(南極洲)	(2500)	(12 800 000)
阿比西尼亞	2200	450 000
阿尔明尼亞	2000	350 000
(格陵蘭)	(1900)	(1 870 000)
科罗拉多高原	1800	500 000
伊朗	1300	2 500 000
哈拉哈利	1000	2 100 000
德干高原	800	400 000
比利牛斯半島	650	130 000

平方公里)，在除去高度相同而成因迥異的南極洲与格陵蘭以后，可能会减少。但是，如果据此即得出結論，說所有的均夷面的面積少于30,000,000平方公里，那是極不正确的，其面積可能是远远地超过此数的。問題在于，寬广的均夷面区位于絕對高度較小的陸台和結晶地盾区。在这里，均夷面已列入中部地貌階梯——大陸台地組成之中。

由这里我們可以得出一个結論，就是中部階梯上部階梯并不完全是地貌学的概念，也就是說，不完全是形态成因的概念。它們乃是高程測量数据与地貌数据相一致的一种东西，而这种一致是并不完全的。

下面，我們可以看到，均夷面或殘余面可以分为表現着不同發展歷史的兩种类型：(1)原始殘余面；(2)終極殘余面，前者的特征为絕對高度小及分布于地盾区。后者位于較大的高度上，見于地球的地槽区。

另外还有一个理由使我們不能把上部地貌階梯确定在極肯定的海陸起伏曲線的部位上。因为每一个这种弯曲的位置是处于不同高度上的。C.C.舒爾茨的著作中可以找到这类很好的例子。

所以，均夷面形成了褶皺，天山山脉及波罗的結晶地盾都是这样

的。这些褶皺的半徑很大，不過它在地槽區要比陸台區的稍小一些。因此採用早已開始使用的“大褶皺”^①這個術語是很合適的。但是，在這裡需要注意的是，大褶皺乃是因垂直（半徑向）運動而變了形的地表面。所以它們是張力的表現，而不是如烏索夫所提到的是壓力的表現。

這些褶皺之寬廣而緊密的頂部形成了高的均夷面——殘余面，所以，後者說明了第三紀末和第四紀初由於不久以前地球半徑增大，因而地球物質以膨脹為主並發生上升。

地球上的地形與地質構造 可以得出這樣的觀念，就是大褶皺乃是垂直運動反映於地表面的普遍的形態——它們是與地殼的構造^②毫無關係的現象。各地的地殼構造彼此間有很大差異，而大褶皺卻是存在於各處的。在地貌文獻中，尤其是最近期間的地貌文獻中，已出現了這種觀念。

在M. C. 卡列茨卡婭與C. H. 馬特維耶夫的精闢著作中，尤其表現了這種觀念。這部著作的思想可以用作者的話來表示：“山地隆起的龐大穹部，宛如巨大的凝固了的波浪，圍繞著無邊無際的哈薩克斯坦平原。強大的呼吸節律表現在山地的形態上，它們是很神密的，它們的年齡還是一個謎”。這篇文章特別地指出，天山的地形是一個大褶皺。作者對於阿爾泰山也抱著同樣的觀點。如我們所見到的這種觀念，在一定的範圍內，是正確的。不過作者在這裡忽略了造成地殼運動另一種形態的地質構造。尤其是曾為B. A. 奧勃魯契夫所特別指出的地殼上的斷裂。作者對於斷裂很少注意。他們承襲著瓦·彭克的觀念，彭克誇大了大褶皺在地球上地形形成中的作用。不久以前，E. M. 謝爾巴科娃在阿爾泰山楚列什曼河谷所完成的地貌調查證明，阿爾泰山的隆起是過於一般化和抽象的。阿爾泰山的上升，形成了各種不同高度與橫斷面的波形，然後又摻雜了同樣明顯地表現於地形上的構造裂隙。

①如前所述，這個字有很多的同義字。

②M. A. 烏索夫認為，構造表現為“岩層的產狀與相互關係”（見第3頁）。

关于忽視地質構造在隆起中的作用，我們可以在 Б. Л. 李契科夫分析均夷面的文章里看到。在这篇文章里，作者根据高程測量的数据，列举出欧亞大陸上整个巨大的阿尔卑斯山帶內一組恒久不变的水准面。Б. Л. 李契科夫認為，每一个面（与該隆起之軸相平行而伸延的）都有同样的高度，它們与該地各种各样的構造毫无关系。在Б. Л. 李契科夫的觀点中，我們可以看到高程測量数据与地質構造数据間的不一致，这就无法正确地來解釋高的均夷面。我曾在一篇專門論文中指出了这一点（1946年）。在把Б. Л. 李契科夫的結論与穆拉托夫列举的阿尔卑斯型山帶的地質構造数据相比之后，我曾指出Б. Л. 李契科夫的結論脱离了地質構造的数据。

如А. В. 彼依維所說（見23頁），大褶皺乃是一种深的構造。这些構造的基本特点如下：

（1）深度大及伸展的面積广；“这些構造大多深入到數十公里，也可能达于一百公里的深处”。

（2）个别發展的長期性（“多階段性”），它們繼續發生于几个地質紀，甚至于几个地質代之内。

（3）在正向或負向的深構造中，沉積岩或岩漿岩建造的特殊性（“标型性”）。

特別是，在与大褶皺一致的地質構造中，常有断裂，这种断裂彼依維也称为“深”断裂。

在烏拉尔与天山（捷尔斯克-卡拉套与塔拉斯-費尔干納断裂）都有这种深断裂。断裂成直線形綿延數百公里，其深度——有时也达“一百”公里。它們連續地存在于好几个地質时代之中。塔拉斯-費尔干納断裂还在志留紀时就已經存在了，而沿着該断裂發生的移动則一直繼續到石炭紀、中生代和新生代。如圖(19a与19б)所示，它非常顯明地表現于地形之上。直線形的卡拉苏河谷就位于这条断裂線上。在这条河的上游，有兩個大的延展的湖。

塔拉斯-費尔干納断裂是一个非常好的例子，它說明了大褶皺（其中亦包括断裂）的主要構造特征如何地参与了地方地貌的形成。

其構造反映于大褶皺表面發展中的各个大褶皺的情况就是这样。

所以，地貌学者不應該忽視这类資料。我們要永远記着，地表形态与地質構造乃是同一个过程——地球物質运动——的表現。当升降运动的概念發生的时候，学者对于它們的研究还没有考慮到構造級别的資料。不过在那个时候还没有構造地質学。如果我們在今天还以“非構造的”或“地質以外的”看法來分析地形形态的成因，那是无论如何是不正确的。



圖 191. 塔拉斯-費爾干納斷裂在地形上的反映。
卡拉-蘇河的直線狀河谷。航空照片

个别的大褶皺，如高加索、阿尔卑斯、天山山脉屬於第一級的較大的構造單位——地槽区——。上述穆拉托夫的論文曾經对地中海地

槽区内各个構造及其相互位置作了出色的描述。

大褶皺的变形也發展于陸台区。屬於此类的有俄罗斯陸台上的陸向斜与陸背斜。根据 H. C. 沙茨基的證明，在它們的形成中，“水平方向的应力是不起任何作用的”（1945年，見第15頁），波罗的結晶地盾亦屬此类。陸台的構造特征表現于另一种大褶皺的形态上。这些变



圖 195. 塔拉斯-費爾干納斷裂在地形上的反映。卡拉-蘇河的直線狀河谷及其中的塌陷湖。航空照片

形的幅度不大，不再保持直接的方向，隆起呈穹形，面積（波罗的地盾）極广。

所以，地球的主要構造分类——分为地槽区与陸台区——也决定了深構造（大褶皺）的形态。

因此，我們必須談談这两个主要構造分类，并判明其在地貌上的表現。我們同意 A. Д.阿尔漢格爾斯基与 H. C.沙茨基对于这些構造性質的看法，他們的意見是比較一致的。

“所謂地槽区乃指的是那些运动非常强烈并極其多样的地区。在这个地区中，通常称为造陸运动的垂直升降运动具有相对比較起來是極大的速度与幅度。

与整个地区的隆起及下降的同时，該地区破裂为个别的地塊，它們以極不相同的速度，并且有时朝不同的方向移动。各个地段在运动上的差異，其結果就是將地槽区分解为許多窪地（地向斜）与地塊隆起（地背斜），它們使地表面形成異常明顯的地形，这些地形成为地槽区的特征①。使組成地槽区的岩層發生褶皺的运动尤其是地槽区的特征。

地槽区火山作用的分布極广，它既表現为噴發，也表現为侵入的形态。由于具有極其明顯的地形和山塊，地槽地区內窪地（它們或將为海所占領，或分布于陸地上）中沉積物的沉積作用進行得非常强烈，在这里堆積着非常厚的沉積岩層。”

在轉而談到陸台区的特征时，阿尔漢格爾斯基又繼續說：

“在陸台区，无论是否整个物質或是个別地段的造陸运动，都具有相对地說來是較小的速度与幅度，所以这些地区的特征是有基本上比較平穩的地形②。在陸台上，褶皺是根本沒有的，即有，其形态也很不明顯。”

在这些簡短的描述中，指出了因構造不同而互異的地形的特征。

这个分类比較其他学者，譬如，布勃諾夫所提出的，要簡單些。但是它在邏輯上是嚴謹的，在地貌上的表現是很明顯的。这个分类的依据是由于垂直造陸——升降——运动規模不同而產生的差異，如我們所見到的，这种差異在地形基本特性的形成上是起着决定作用的。

結論現在我們來指出，形成地形主要形态之过程的主要規律。

1. 地球物質的膨脹及因此而生的地壳的擴展与相反的收縮作用之交替。現在地壳在經歷着擴展的階段，更確實点說，地壳在不久以前——在第三紀末期，經歷着这个阶段。

①重点是我加的——馬尔科夫。

②重点是我加的——馬尔科夫。

地壳的擴展对形成地形最大的高差——一方面是高山(高准平原)的大褶皺；一方面是海底的低水准面，創造了先决条件。

2.这种过程是地球物質改造的結果，尤其是与放射性元素分解及岩漿中物理化学作用有关的、岩漿的積極上升运动与下降运动的結果。

3.地壳的擴展与岩漿的積極活动，与海洋下面岩石圈較重地区的沉降及陸壳較輕地段的隆起相結合。

4.这些过程所造成的地質構造，在以后决定了地壳垂直运动的特性。地槽区的隆起形成了上部地貌階梯。中部地貌階梯則与地球上 的陸台区一致。

地球上的現代地形就是上述過程的結果。具有三种地貌階梯及位于其間的陡坡地段的海陸起伏曲綫圖已經把地形总结了起来。低的地貌階梯——海洋底部已由于海洋壳的張力与重量而沉降到海面下4700公尺处。

地壳的輕的部分就是大陸上的陸台区与地槽区。大陸上的陸台——这是一种坚硬而很少变动的、稍有上升趋向的構造。高山相当于地槽区，而山的緊密部分——上部地貌階梯——乃是在不久以前的地質时代中因大褶皺上升而隆起的低的地形。

海陸起伏曲綫上的大的高差反映了具有高大山脉与深峻海洋盆地的地球上地形的現代發展阶段。

3. 地貌分类与分区的要素

到目前为止，我們把地形形态分为第一級与第二級兩种，在后者中，我們又分为大陸和海洋以及“填充”于它們之間的形态。

虽然这些名辞为地貌学与構造学（沙茨基）所引用，但是它們的表現力是很小的。不过它們比起那些名不符实的其他的名辭所引起的誤会还是少一些。这里我們需要提到不久以前（1946年）И.П.格拉西莫夫所提出的名称。И.П.格拉西莫夫把最大的形态——第一級的——叫做大彫塑形态（геотектура）（从“тектона”一字轉來，tekton 意为彫塑）。不过要按这个字的字义來說，它是不應該僅僅用于大的地形

形态上的。把“構造形态”(структурные формы)这个名詞用在主要是由大地構造所形成的地形上也会發生誤会。在地貌学中，到目前为止，这个名詞是被理解为另外一种涵义的。

應該永远記住，任何一种分类都帶有把完整的現象人为地割裂开的成分。地球体的波形“大陸”与“海洋”、大褶皺——都是一个过程的產物，地球的收縮与膨脹、重力运动及活躍的岩漿活动都是这个过程的不同的表現。但是，大形态的各种分类既然是存在的，那么这些分类就應該加以探討。

最近，地理学者曾經对地球上大形态的分类下了很大的功夫。現在我們先列举出外國学者的四派：什米特恆涅尔、科斯馬特、恩格尔英及馬哈契克。什米特恆涅尔划分出了三种形态，它們和我們所定为第二級的形态相当。这就是——平原、“岩檻”(пороги)与山脉(在什米特恆涅尔的著作中，每一种上面都加了一个字首“大”字——如 Grossflachlander, Grossschwellen, Grosschrücken等)。

1.平原——东欧平原，西西伯利亞平原，北美平原及高平原(戈壁、塔里木)。

2.岩檻——地壳上相当广闊的隆起，在平面上的外形不規則，如中部德意志岩檻，以及某些高而广闊的山地隆起。

3.山脉——这字的普通涵义为：地形高峻和成綫狀展延的地区。

科斯馬特在其所著的“古地理学和構造学”一書中划出了五种基本的地形类型：

1.山脉

2.殘余山(結晶地盾上的高地；“阿比西利亞型”——位于沿岩石圈斷裂下沉部分之間的山地——东非)。

3.成層的階梯狀平原——低高原型，如东欧平原。

4.堆積平原(西西伯利亞低地)。

5.火山景觀(火山錐，噴發岩蓋)。

至于恩格尔英他只划分出或多或少与星体級形态一致的几种形态。

在評論上述各种分类时，我們不能不肯定，它們在成因方面是考

慮得不夠的。實際說來，什米特恆涅爾所依據的是形態的原則，而科斯馬特所採取的是一種折衷的原則：有些形態是由構造過程造成的，有些形態是因平行岩層而進行的剝蝕作用形成的，另一些形態則是由堆積作用形成的。所以上述的分類是不恰當的，它們不能使我們滿意。

馬哈契克在其著作“地球的地形”一書中所作的“大形態”的分類，也是不成功的。這部著作是論述區域地貌學問題的內容極為廣泛而新穎的地貌學^①著作。顯然在這樣的一部著作中，對地表基本形態進行地貌分析的作用該是多麼的巨大。然而馬哈契克告訴我們的是什麼呢？——沒有一點是他自己的見解。他仿照布勃諾夫的構造體系，劃分出地盾、陸棚、地槽帶，以及海洋的深淵帶。在這些大地構造的分類中，馬哈契克加進去了複雜的地貌學內容，因此，他所採用的原則就未能使世界上的情景變得有條理，反而把它弄得一团糟。譬如，他把阿爾卑斯山區以外的整個歐洲，以及從帕米爾、西藏直到勒拿河和東部的鄂霍次克海為止的幾乎整個亞洲都歸入同一種形態類型之中（？）。還有，他把東歐平原和撒克遜山地等也都歸入同一地區（陸棚區）。

在馬哈契克的分類中，構造與地貌是互相对立的。他沒有能找出基本的大地構造的正確的地貌表現。馬哈契克沒有能解決大形態的地貌分類的任務。

所以，應該說，他的分類是毫無成效的。

不難了解，包含成因的觀點可望從地質學家的大地構造系統分區中取得。

最簡單並有原則性的，就是阿爾漢格爾斯基的分類，他劃出了兩個基本大地構造——地槽與陸台。

地槽，或者更準確一點說，地槽區，並不是進行長期而巨大的沉積物堆積作用的窪地。地槽乃是活動性極大、地形劇烈切割、火山作用強烈的地區。阿爾漢格爾斯基所下的定義已引述如前。

阿爾漢格爾斯基的分類只有兩個要點，所以是非常簡明的。它要

^①該書在1947年，即蘇聯地貌學者論述蘇聯領域內地貌分區的著作問世以前出版。

比，譬如說，布勃諾夫的分類要簡單些，因為後者還有一個第三類——陸棚。不過，這個分類仍是使我們滿意的，因為它考慮了因垂直的造陸（升降）運動的規模而產生的地殼主要大地構造的對立性。

所以，考慮到上述基本大地構造分類的那種地形分類才是合理的。

我們（和許多研究員一起）所編的蘇聯領域地貌分區圖①就是在一定程度上以這個原則為根基的。

在這個圖上，有三種不同的地形類型，它們所占的面積最廣，其名稱是：

- (1)侵蝕-大地構造地形，
- (2)構造地形，
- (3)堆積地形。

侵蝕-大地構造地形最顯著地表現於地槽區，尤其表現在展延於蘇聯南境的廣大地槽區。在這裡，發育著高山和均夷面（天山、準葛爾阿拉套、東帕米爾等內陸剝蝕高原）與深峻的山間低地的結合物。所以，這個地形並不是單純的山地地形，而是高低起伏性極大的對照性地形，它指出了岩石圈中垂直運動在正負方向及幅度方面互不相同的地段的鄰接區。

與地槽區相反的，還有構造地形區。這就是寬廣的陸台區。陸台的褶皺基底只在中部出露於地表。褶皺基底的地下部分面積極廣，它們被掩蓋在幾乎沒有變位的各種時代的沉積層之下。岩層變位微弱以及它一般對於剝蝕營力的抵抗性大，隨著構成地表的地層不同，而形成了不同的剝蝕條件。所以，地形的特徵就反映了地質構造的特徵，反映了它的構造。兩種基本構造地形的空間分布可以在圖中看到。它們與俄羅斯陸台及西伯利亞陸台一致，並且佔據了蘇聯歐洲部分及中部西伯利亞高原的大半部。

侵蝕-大地構造地形類型與構造地形類型反映了地槽區與陸台區在大地構造方面的對立性。但是這種對立性只表現在這樣一些地

①簡略地表示在第20圖中。

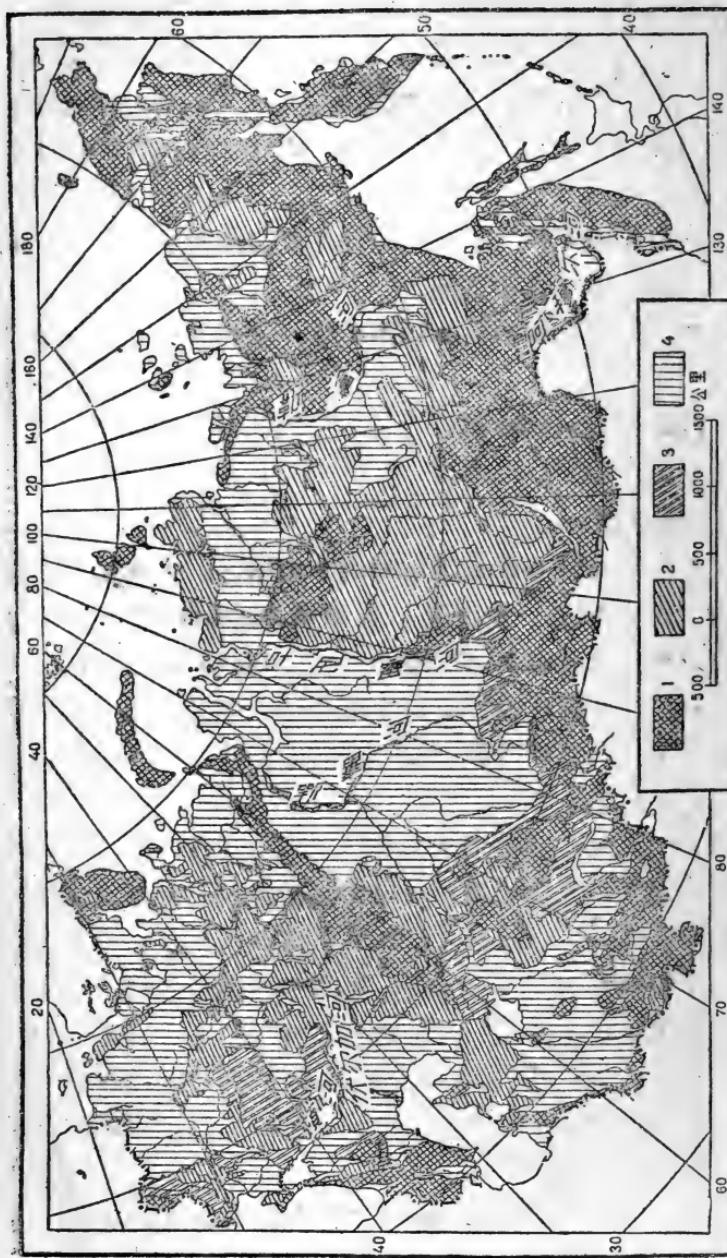


圖 20. 蘇聯的侵蝕-大地構造地形 (1),
構造及割切地形 (2及3), 堆積地形 (4) (依照蘇聯地貌分區圖)

方，在那里，各个地方的垂直隆起都比沉降占优势，并且各个地方在运动的正负向方面是一致的。在这里，我們还需要再分出另外一个特殊等級，这就是表現出地壳垂直运动在正负方向方面相反的地方，这种地方既存在于地槽区内部，也存在于陸台区内部。

这样的地段已在圖上指出。此即相对沉降的地段。它們的特征为堆積着松散的物質和表現为堆積地形。通常，这类地形类型的具体表現就是淤積平原，它們可能是陸台区平坦而寬广的平原，也可能是地槽区深的沿直線伸展的平原。

以上三种主要地形形态在苏联領域中占有很大的面積。由于它們在世界整个陸地六分之一的地区中已是如此的重要，所以根据这一点，它們在整个陸地中也是重要的。

这三种形态可以叫做第二級形态的主要类型。必須指出，它們是依照垂直运动的幅度与方向的大小（即以之为基础）而划分出來的。

上面所說的都是关于大陸上的地形，或者說是关于第二級形态的。至于大陸与海洋，则它們的主要外形可以分为三种地貌階梯，这就是世界洋的底部、大陸台地与高均夷面。

根据上述各点，我們可以得出如下的分类：

第一級形态

- (1) 世界海洋底部級。
- (2) 大陸台地級。
- (3) 高均夷面級。

第二級形态

- (1) 侵蝕-大地構造型，以上升發展为主，位于陸台区。
- (2) 構造地形型，以上升發展为主，位于陸台区。
- (3) 堆積地形型，以下降發展为主，位于地槽区与陸台区。

上列分类是考慮到地壳基本構造的差異的，不过我們不要从字面上去追索它們。这当然是很自然的，因为我們所需完成的不是大地構造学的任务，而是地貌学的任务。

第三篇 地貌水准面

(地形形成的力量——內力和外力的相互作用的研究方法)

第六章 外因作用的一般評價与地貌水准面

數量的評價 世間有一種很普遍的觀念，依照這種觀念，外力作用僅能造成地形主要起伏中的細節。而地形的主要起伏則認為是由內力作用所造成的。地理學者的這種誤謬的意見实在是因為他們與地質學者之間缺少密切的聯繫而產生的。B.Л.李契科夫正確地駁斥了這種觀念。倘使我們具有歷史的眼光，就會很容易地相信在好幾個地質時代中累計起來的、外力作用之巨大的形成地形的作用。必須承認後者與內力作用二者是相當的。

上述這一點的正確性可以用不同的方法來說明：首先是对剝蝕作用的具有數量上之效果的粗略統計。譬如，阿·彭克曾經估計過（1934年）剝蝕作用平均在一千年內使地表面減低8公分左右。根據這點來算，現代地球上的地形可能在13,000,000年之內被夷平，也就是說，可能在相當於自漸新世至現代這樣一段期間內被夷平。換句話說，阿爾卑斯造山期的升降運動所造成的現代地形的總和，是在相當的程度上與在此同一時期被剝蝕了的地形的總和相等的。兩種作用——內力作用和外力作用（剝蝕作用）——在數量上是互不相等的，但是却表現為同一種數值。外力作用在較上面所講的期間還長得多的時間內，一直在改變著地形。B.И.維爾納茨基與Л.С.貝爾格促使我們注意這種情況。維爾納茨基寫道：在外力作用的整個時期內，因受外力影響而生成的沉積層約共有130公里厚，相當於地球半徑長度的2%。而現在沉積層只不過5—6公里厚，這是因為它們不斷地遭受變質的緣故。現代的地貌學認為剝蝕作用與堆積作用是互相關聯的。所以，沉

積層的巨大的體積是與被剝蝕的地形的體積相等的。

在這裡必須考慮到的，就是內因和外因的相互作用已經繼續了很長的時期——大約 $2,200,000,000$ — $2,500,000,000$ 年。 $2,500,000,000$ 年——這是地殼的年齡，並且也是地形的剝蝕因素——地球上的大氣圈與水圈的實在年齡。正如目前所認為的，就是地盾區已知的最古老的結晶岩層也是變化了的沉積層。波羅的結晶地盾中最古老的岩層——卡累利阿花崗片麻岩——在其底部包含着沉積成的頁岩層（齊莫菲也夫）。這些岩石的年齡為 $1,800,000,000$ 年。所以，現代地球上的地形是在與內力作用程度相等的外力作用下構成的。並且這種說法無論對於年青的地形形態抑或最古老的地形形態都是正確的。

關於兩種作用規模相等這一點可以在將沉積層的總厚度與侵蝕深度互相比之後得到証實。愈靠近山，則兩者之值就按比例增大。愈靠近平原，則兩者之值按比例減小。譬如，在高加索，地槽沉積層的厚度共達9公里，其中有80%是陸源沉積物，也就是說，它們是陸地的沖刷產物（李契科夫，1932年）。B. B. 別洛烏索夫曾經特別地研究過高加索沉積層的厚度。他繪制了很多幅各種沉積岩層的厚度圖，這些沉積岩層都是升高的高加索山脈的沖刷產物。別洛烏索夫得出的厚度之值和李契科夫的相同。印度恒河窪地的沉積層厚度達6公里（21,000呎，據瓦第亞），克什米爾河谷的第四紀沉積層厚度為2.5公里等等。

	俄 罗 斯 陸 台	烏 拉 尔
中泥盆系	九十公尺	600公尺
土侖組	約40公尺	300—400公尺
含煤層	九十公尺	200公尺
中石炭系	120公尺	400公尺
上石炭系	30—40公尺	700—900公尺
亞丁斯克組	無	200—9000公尺
楚索夫組	無	450—500公尺
昆古爾組	20—30公尺	100或100公尺以上
合 計	300—400公尺	3,400—12,650公尺

Б.Л.李契科夫(1934)对烏拉尔与俄罗斯平原提出了以下的数值。在古生代时，搬运出的物质的厚度见表(见129页)。

沉积层的厚度与侵蚀切割的深度相一致。这些沉积层可以看做山地冲刷的相关联的地形，这些地形反映了地壳垂直运动的幅度。在陆台区，河谷割切深度减少的程度和与冲刷作用相关联的地形——疏松沉积层减少的程度相同。这种割切深度减少的情形也说明外力作用与内力作用在它们的数量表现上的一致。

俄罗斯平原具有以下值得注意的现象：年轻的河谷切穿了古老的河谷，和它位于同一高度。象这样在一个水准面内有几代的河谷网结合在一起的情况，说明了垂直运动幅度是极小的，后者和侵蚀切割深度小及沉积层厚度不大都是相符的。在莫斯科附近地方，类似的情况曾为尼基京及其以后的丹申(Даньшин)描述过，并且在这里，侏罗纪前的河谷网是和冰期前的河谷网以及现代的河谷网合在一起的。在列宁格勒省，现代的河谷、冰期前的河谷以及泥盆纪前的河谷都合在一起(马尔科夫，1931)；在顿河地带——老第三系、第四系及现代的侵蚀沟都合在一起(杜卡斯基)。

“如果只根据地貌特征来研究顿河盆地的古代河流阶地，则这些阶地可能不致分到两级以上。而苏联欧洲部分南部的河谷历史就复杂得多了；所以这就要求我们必须使用另外一种方法来研究阶地”——M.H.格里申科(Грищенко)这样写道。这个地带的阶地一共有四级，其中有两级是埋藏阶地。

顿河的巨大的古代河谷有300公里宽，它包括：(1)耶尔根尼上新世前的层系，其中分两个层；(2)上新世层系(“群智”与“民德”)；(3)及(4)第四纪沉积的两个层系(“里斯”和“武术”)。冲刷深度达100公尺。

所以，冲刷是集中在一个水准面上的，或者更精确些说——在狭窄的垂直间隔中。

所有以上列举的理由都使我们认为：外力作用对于地貌的作用在数量上是和内力作用对地貌的作用相等的。这是第一个结论。

以下我们谈谈地形在外力下的改造，因为它的数量上的意义是很大的。因此我们将要特别地提到河流侵蚀的作用。不过我们还有另外一个选择一些个别外力作用的标准。

地貌水准面 地形因内力而生的改造主要是在地表隆起和沉降的过程中进行的。这些运动就是地壳运动和半径向运动。

在地表面，地壳的升降运动是与外力作用群互相对抗的。这些外

力作用就是海壳（океаническая оболочка）、陸地水及气圈的移动，它們引起了地壳上的物質的移动，从而改变了地形。水圈与空气圈的移动是太陽能与重力（也就是与地壳升降运动一样的沿地球半徑方向發生的力）所引起的。上述外力作用的影响夷平了地形并且造成了一定的水准面（уровненные поверхности）或地貌水准面。

地貌水准面的种类和突出地表現出來的外力作用的种类一样。每一种外力作用的势力只限于本地貌水准面的通徑（параметра）之内。

在某一一定的地貌水准面范圍內，相应的地貌作用就是主導的作用。我們看到四种地貌水准面：

- （1）海洋水准面——海蝕—堆積台地，
- （2）侵蝕准平原水准面，
- （3）雪綫水准面，
- （4）山頂水准面。

如果地壳是不动的，則每个地貌水准面可能具椭圓球体的性質，以同心圓的状态包裹着地球椭圓球体的表面。每个椭圓球体表面曲線的不正規的程度則决定于主要地貌过程的分布特点与地貌的影响。

然而地壳是在变动着的。它的变动改变了地貌水准面——椭圓球体——的外形。我們所看到并且正在研究着的地貌水准面乃是因地壳运动而或多或少地变了形的水准面，最好是說，它是由于構成地形的內力作用与外力作用的相互作用后而生成的水准面。

所以，研究地貌水准面可以作为研究內外力作用相互作用的主要方法，或者簡單一些說，可以作为理論地貌学的主要方法。

我們在本書第三篇中來討論这个方法。而在前一篇——第二篇——則是初步地闡述了一些不弄清楚就无法分析地貌水准面的問題。

对于某些地貌过程說來，目前我們还不能看出記錄某一种过程与地壳升降运动相互作用的地貌水准面。譬如風力作用就屬於这一种作用。我不拟討論这种作用，因为我們完全不知道，或者几乎完全不知道由于風力作用与地壳升降运动相互作用的結果所構成的形态是怎样的。

所以，我所提出的任务也就是地貌学中通常当作主要任务所提出

來的那个任务。这就是了解地球的面貌，研究內力和外力的相互作用。这个問題已經為現代杰出的外國地貌學者——戴維斯与瓦·彭克——解决了。然而从方法上說來，他們處理這個問題是目标不甚集中的，而是多头的，關於这点我將在本書最末一章談到。

第七章 海蝕-堆積水准面

在本章中我們要談兩種現象——海洋壳的表面和由於海洋表面的移動而形成的海蝕-堆積台地。

在地貌學者看來，海洋壳的移動是非常有趣的。它是由這種情況所決定的，即：海洋水准面是與橢球體-地球體的表面一致的，而簡單地說來，就是一種水平的表面①。總之，從大地測量學上來看，海洋水准面是非常簡單的一種概念。所以，如果這個水准面的遺跡為地殼升降運動所改變的話，那麼地殼升降運動就會從古老海岸線處的海洋水准面與海蝕-堆積台地的遺跡變動的形態上辨認出來。在這些地形形態上，記錄著堅硬地殼表面變動的情況，它們是地貌變化的極好的表徵。

除此以外，由於海洋壳的移動在海洋的沿岸地帶進行著海蝕作用與堆積作用，因而也積極地塑造了陸地地形。所以，海洋壳的地貌作用是雙重的作用——消極的作用和積極的作用。上述各點對於陸地上的水盆（водоём）——海-湖與湖——的水准面來說也是一樣的。

1. 水盆水准面與地球上地形的變化

我們首先談談這個問題——怎樣藉助於水盆水准面變化的研究，來判定岩石圈地形變化的性質。

首先，我們應該把那些真正因為岩石圈地形變化而發生的水盆水准面的變化與那些由於其他原因而發生的水盆水准面的變化區別開來。A. П. 巴甫洛夫曾經很恰當地定出了兩種海洋水准面變化類型的

①在海洋區地球體的“波”在150公尺以下（見第四章）。這個數字決定了地球的海洋壳的“地形”幅度，此幅度在這種情況下可以忽略不計。

名字，这就是地動型水準面变动（геократическое колебание）及水動型水準面变动（гидрократическое колебание）。

水動型水準面变动 我們現在要談的問題就是海洋水準面高低位置的遺跡与（1）海洋壳本身的变化，（2）与地壳运动究竟有多大的关系。

下面的數字可以做為討論这个問題的一般的標準。我們已經知道：最高的海洋岸的年青的遺跡比較現代的海洋面高 1200 公尺，最低的比較現代的海洋平面低 2000 公尺。

上述的古老海岸的高度变化幅度是否可以用海壳本身的变化來說明呢？

水動型水準面变动可能由于种种的原因而產生。阿·彭克在不久以前曾經企圖研究这些原因。水動型水準面变动可能由于海洋及一般水盆中水量的变化而產生，也可能由于地球体与椭球体形态的变化而產生。

某些学者認為：全世界海洋的蓄水量是不变的。В. И. 維爾納茨基就抱有这样的觀念。他在“地球化学概論”一書中（第 101 頁）寫道：“在海進中重新形成的海，看起來好象是全世界的海洋在上漲似的，而其实海洋的水量是不变的”。依照維爾納茨基的見解，水是在參加着循环作用的，从海洋中被“取去”的水会重新回到海洋中去。

这个觀点是不能認為正确的，并且在很久以前就已經有相反的觀点，認為海洋的蓄水量是在变化着的。譬如，康德（Кант）就認為海洋是隨時間的進展而將日益消失的，这是因为海水參加了化学作用，或者从物理作用方面來說，它們是被地壳所吸收了。就从岩漿含水量極大這一点來說，海洋中的蓄水量也是当然要变化的。在花崗岩的岩漿中，水份占总重量的 8 %。因为岩漿作用在地球歷史的各个階段中并不是在同一強度下進行的，所以顯然的，海洋的蓄水量不能不因此而变化。

遺憾的是，我們对于上述的現象目前还没有作相当广泛的定量分析。

阿·彭克曾經做过如下的、非常粗略的估計：全世界海洋的容量

共为 1370 立方公里，连陆地上的水算在一起共达 1600 立方公里。海洋的年齡大約为 16 億年。如果我們假定全世界海洋的水都是因岩漿而生成的，則在每 1 百万年中岩漿分出了 1 立方公里的水。如果把上述容量分配到全世界海洋的表面上去，則可得出水准面每 1 千年升高的速度約为 2.8 公分。

实际上地貌学中所引用的、可以看得出的、水盈水准面的变化速度为每 1000 年 10 公尺(芬諾斯堪的納維亞)，或者說，是上列数字的 40,000 倍。所以即使我們認為所有海洋的水都是由原生水來的話，我們也无法解釋已經觀察到的海洋水准面变化的千万分之一。很顯然，这些变化的主要原因还是另外一些。

有一种观念比較普遍地流傳着，依照这种观念，海洋水准面是因为水圈中部分水的聚集状态的变化而变动的。这样的話是指着冰期的影响而言的，后者自太古代起曾反复地發生过很多次。大陸上，冰川复盖層的形成反映在注入海洋的河流流量的减少。在第四紀中，最顯著的类似的变动曾被研究过。它們可以称为水动型海面升降^①运动 (гидроэвстатическое колебание уровня)。关于水动型海面升降运动与冰塊的融解及堆積有关这一点是没有疑問的。就是在現代，我們也可以看到这一点。瑞典的学者托拉林遜 (Тораринсон) 在不久以前曾經注意到这个事实，就是近几年來設置在斯德哥尔摩的檢潮标記錄着波罗的海水准面的降落速度減小了。这个事实可以从兩方面來解釋：(1) 波罗的地盾隆起速度的減緩，(2) 全世界海洋 (其中的一部分就是波罗的海) 水准面上升速度的增加。大家都知道：

最近几十年來已經看到冰川的普遍剧減。这种冰川减少的后果就是海洋水准面因融水的注入而上升。这样的上升是以公厘計算的，不过由于多年來一直地繼續上升，所以它們在斯德哥尔摩就足可以觀察到了。

这些觀察說明：水动型海面升降运动是确实存在的。

内陸海湖水准面的变化也是在同样原因的影响下產生的。里海水

^① Эвстатис意为“穩定的”。这个名詞是休斯所創始的，他的意思是，海洋在升降，而陸地則不怎么运动，因为它是不可能升高的(見前，第二篇)。

准面的变化尤其具有重大的意义。大家都知道，里海水准面是一直在降落着的，从 1930 年起，15 年以来里海水准面共降落了 191 公分。实际說來，里海水准面的低降在更早时候——从 1897 年起——就已经开始了，不过在那时候進行得并不象最近 15 年那样顯著。里海水准面平均每年降低 34 公厘。从事研究里海水准面低降原因的 B. D. 查伊科夫認為“促使水量低減的根本原因就是在这个时期中雨雪降落量的不足以及冬季的漫長 (95%)”（見第 48 頁）。河流中積雪的補給減少，尤其是伏尔加河（有 77.7% 的水量注入里海）中積雪的補給的減少，是里海水准面低降的原因。

实际上，这个过程和冰川作用时期中海洋水准面低降的过程是一样的，后者也是由于河水流量减少而生的。所以，就是在现代，水动型海面升降引起的水盈水准面变动也是在進行着的。

現在所有的問題又都归于一点，就是，我們根据水动型海面升降引起的水壳变动的机理可以說明已在古老海岸綫中看到的变化幅度到什么程度？我們已經知道：在最近一次冰期中，冰塊的融解使得全世界海洋的水准面大約升高了 80 公尺。現代南極洲冰塊的融解可能使海洋水准面升高 40 公尺，格陵蘭冰塊的融解可能使海洋水准面升高 8 公尺。冰盖的形成可能具有相反的效果——促使全世界海洋水准面低降。

从上列数字可以明顯地看出：水动型海面升降的原因可以說明土 100 公尺以內的海洋水准面的变化，而变化的高度只是我們在第四紀及新第三紀古老海岸綫或沉降谷河口中所看到的高度（和深度）的 $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ 。

所以，水圈从陸地到海洋以及从海洋到陸地的重新分配只能部分地說明古老海岸綫位置的高度。

第三个可能促使海洋水准面变化的机理就是海洋圈的水在全世界海洋本身內的重新分配。

前面我們曾經估計过：随着新山脉的隆起，山岳就提高了地球体的表面，在山脉的邊緣地帶，地球体也經受到隆起作用。这个概念在現代已經失去了其以前所有的价值，因为山地岩石圈的高峻地段并没有

象他們所說的那么多余的物質（見第二篇）。地球体的表面看起來甚至比岩石圈表面还要平滑。总之，即使岩石圈上層物質的重新分配能夠促使海洋水准面發生变化，那么这种变化在幅度方面說來也一定是很小的。譬如，阿·彭克曾經估計过：由于冰盖的形成而發生的岩石圈物質的膨脹只能促使海洋水准面在冰帽邊緣發生幅度在4公尺以內的变化。

有些学者曾經企圖以地球轉動要素（элемент）的变化來說明海洋水准面的变化。

有些学者用兩極（地軸）位置的变化來說明海洋水准面的变化。地球的液体壳比較固体壳易于适应椭球体的形态的变化。如果兩極移动的話，則扁平的兩極附近地帶位置也会变动。愈靠近兩極的海洋，其表面就比海洋下面的固体地壳低降得更快一些。由于液体壳与固体壳运动不協調的結果就發生了海退。与此同时，在極地的相对的那一面（在相对的經綫），海水就会進入陸地。換句話說，隨着緯度的增加發生着海退，隨着緯度的減少發生着海進。

魏格涅尔曾經应用上述的道理。他的思想过程是这样的：在欧洲，从石炭紀到侏罗紀开始时，主要是海退；从侏罗紀到始新世，主要是海進；而在始新世以后，主要的又是海退。在这里面非常顯著的是：欧洲的中生代和老第三紀的水益都會具有高的气温状态，但在始新世之后，气候就变冷了。我們能不能用中生代时極地距欧洲远，始新世后極地距欧洲近，因此終于引起第四紀的巨大冰川作用这样的話來解釋这些相互关系呢？

因为这个原故，魏格涅尔就企圖以極地位置的变化來說明海洋水准面的变化。

上面我們曾經說过（見第二篇），这个假說中所引用的極地位置的巨大变化是不怎么可信的（魏格涅尔把第四紀初期的極地位置搬到北緯 70° 西經 60° 的地方——与它现代的位置相差30度！）。

最后，海洋水准面的变化也會被学者以由于地球圍繞地軸轉动速度变化而生的地球椭圓体的形态变化來解釋。这些方法为休斯所發展。在他所著的“地球的面貌”一書的第二卷中，有标题为“海”的一章。在

這一章中，休斯發揮了以下的見解：从达尔文在“先鋒號”海船上航行之时起，人們都曉得，在低緯度地方有珊瑚構造沉降到珊瑚所不能生存的深度。因此，休斯寫道，在低緯度可以看到海洋水準面的升起，后者可以解釋為地殼球體在赤道方面的凸度加大。从另一方面說來，在高緯度地方可以看到海退。这种海退的遺跡在波羅的海邊緣與加拿大結晶地盾一帶是為大家所周知的。大約在高緯度地方可以看到地殼球體變得扁平。它首先表現在比較柔順的液體殼的水準面的低降。所以我們看到了地球在極地附近的變扁與在赤道一帶的膨脹同時存在，後者可以用地球近來轉動速度的增大來說明。這就是休斯提出來的海洋壳水準面變化機理中的一種。

這種說法並不能反駁下面的說法。這就是，目前大家都曉得的，高緯度地帶海洋壳的看來好似的沉降是可以用岩石圈的升起來說明，而不是用水圈的沉降來說明的。低緯度地帶海洋水準面的升起可能是在不久以前發生的，不過比較可以肯定的，就是它是由於冰川作用型海面升降的原因——大冰川冰的融解——而發生的。在第四紀中我們並未看到有象休斯所想像那樣的地球轉動速度加快的其他任何象征。

根據上面所列舉的各點，應該指出一種最普遍和最重要的情況。

水動型海洋水準面變動，也就是說，被認為是與地球硬壳表面升降無關的變動，只能讓我們用來說明已見的幅度為（自 +1000 到 -2000 公尺） $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{15}$ 的海洋水準面變動遺跡；就是對於地球歷史近期中為我們所確定了的那些變動來說也是如此。所以，海洋水準面的變動並不是象我們過去所想像的那樣進行着的，而是在很大的程度內由於地球硬壳水準面的升降而發生的，它就好象是這些變動的反應。

既然這樣的关系確實存在，那麼我們在研究了水盆水準面變動之後，就有可能確定出地殼升降的規律，這是研究地殼升降的最好的地貌學方法之一。這些地貌學的方法是最便於應用的，因為通過海岸線的原始表面是水平的。我們需要更進一步地瞭解應用上述地貌學方法的根本理由。

過去還沒有人能象休斯那樣地充分應用可以証實海洋水準面變動的材料來斷定地殼的運動。休斯雖然也認為海洋水準面的變動是由

地球轉動速度变化而生的，但后者是被他描述为次要的。依照休斯的見解：海洋水准面变动的主要机理与地球硬壳的表面运动相关联。这些变动的主要机理可以用下面的公式來表达：“地球收縮而海繼之”（第二卷，第 679 頁）。

然而，当地壳沉降地帶僅占有不大的空間的时候，——休斯接着說，——海洋壳的低降現象便擴展到全世界海洋的整个表面上。这时進行着普遍的、海洋水准面的負向运动。

休斯把这些海面运动叫做海面升降运动（эвстатические движения）。它們“表現于所有地表面上，在正的方向和負的方向兩方面其所表現的高度大約是相等的”。所以，海面升降运动是海洋壳所固有的运动，而不是看來好象是海洋壳的运动，因为后者实际上是陸地的运动。

海面升降运动也可能由于与地壳运动无直接关系的其他原因而生（如冰川作用型海面升降运动，由于兩極位移而生的运动，地球轉動速度的变化等——見上）。不过由于地壳运动而表現出來的运动是海面升降型海洋水准面变动原因之一。

休斯的功績在于：它正确地估計了表現出來的海面升降运动的規模。

然而海洋水准面也是在上升的。海洋水准面的上升看起來是和表現出來的海面升降运动一样的。这种机理休斯是很难解釋的，因为他曾經否定了地壳積極上升的可能性。他所提出來的是如下的解釋。他認為海洋水准面上升程度是依照海洋盆地被自陸地运來沉積物的充填程度而定的。

“海退系由于海底之沉降而發生，而海進則是当沉積物堆積时 由于海底增高而發生”。

“進行得很慢、但是連續不断的海洋地帶的充填会促使海洋 自其深处發生普遍的海進。……沉積物的生成促使海岸綫發生連續不断的海面正向运动。”

因此，我們曉得，海面升降运动是具有兩种类型的。一种是由地壳沉降而發生的，这是偶發的（эпизодический）和負向的；另外一种是由于海洋沉積物的充填而發生的，这是連續不断的和正向的”（卷二，第 688 頁）。

容量变动 我們可以把休斯所理解的水盆水准面变动簡称为容量变动 (колебания емкости)。

休斯的觀點經受不住理論的批評，并且不能用数字來証实。

我們已經知道：地壳的升降是形成地形的主要因素，并且，这些运动在海底所及的范围与在大陸表面所及的范围是相同的（見第二章）。升降运动可能具有并且正具有各种不同的方向，并不象休斯所想象的那样，只是負向的。

此外，數值的計算也不能証实休斯海進机理的假定。即使我們假定：所有的陸地都被剝蝕了，并且陸地的剝蝕產物沉積到海底，在这种情况下海進也决不会达于我們所發現的、年代不同的海洋沉積層所在高度及第四紀(新第三紀)古老海岸綫的高度(絕對高度1200公尺)。

現在我們引用阿·彭克所做的計算 (1934年) 來証明上面所說的这一点。

大家都知道，海洋的平均深度是 3800 ± 100 公尺；陸地的平均高度为 +875 公尺。全世界海洋盆地的体積 (容量) 为 $1,370,000,000$ 立方公里，陸地的体積(零等高綫以上)为 $130,000,000$ 立方公里。所以，海洋体積与陸地体積的比例达于 $11:1$ 。随着陸地的剝蝕程度与海洋盆地被陸地冲刷產物填充的程度，海洋的水就会被压挤到大陸上。上升了的(海進的)海洋水准面与降低了的陸地水准面会在某一个等高綫上相遇，这个等高綫将是位于距海洋原始水准面較近而距陸地原始平均高度較远的地方 (因为海洋的体積比陸地的体積大)。彭克算出：这两个水准面相遇于海洋水准面上 250 公尺的地方。在此之后，海進就被阻止住了。它之所以被阻止，乃是由于陸地冲刷產物不再被搬运到海洋中去的原故，因为陸地水准面已降低到剝蝕基准面——海洋水准面——上了。在这个水准面以下的陸地 (+250 公尺) 再也不会被剝蝕，彭克把这个水准面叫做坚硬地壳与液体地壳的疆界。我們應該把这个水准面理解为剝蝕基准面，而不应把它理解为現代的海洋水准面。

所以，根据彭克的計算，我們可以看出：由于海洋被沉積物填塞而發生的海進并不能夠解釋高海岸綫(250 公尺的以及 1000 公尺与

1000公尺以上的)的成因。

还有，海進的波速是很小的。根据彭克的計算，現代大陸每年的搬运物共为 11.7 立方公里，这样的沉積量約可使海洋水准面在1000 年中上升 8 公分。而我們都知道：甚至于在陸台区（波罗的地盾），海岸綫也会在 10000 年中升高到 300 公尺的高度，亦即每1000年升高 30 公尺。这两个速度大小之比約为 1:375。在地槽区，数值不相吻合的程度一定还要大些。

最后，彭克所計算的數值大約誇大了兩三倍。不久以前，沃林（Волин）曾經提出山与平原的搬运物數值如下（每 1000 年中的搬运物数量）：大高加索山——4.5 公分，外伊犁阿拉套——3 公分，北阿尔卑斯——5.7 公分，俄罗斯平原——0.3 公分，美國——0.38 公分……。

海面升降海進的主要机理是另外一种。它是因地壳隆起而生的。具有各种不同符号的升降运动应当看做海洋水准面的主要發动机，这些升降运动影响到海洋水准面縮小或增大了海洋盆地的容量。所以，海洋壳水准面变动可以称之为容量变动（見上）。不过这个名字不如反映型水准面变动（отраженные колебания уровня）更为确切。地壳的升降——这是使海洋壳水准面發生变化的主要因素。反映型海洋水准面变动（由于地壳升降而發生的）——这是由于全世界海洋盆地容量变化而發生的部分的，然而是最主要的水盆水准面的变动。

反映型水准面变动 这个觀念的創始人是 A.П. 卡尔宾斯基、A.П. 巴甫洛夫及 Ф.Ю. 列文生-列星格（Левинсон-Лессинг）。关于海洋的海岸綫运动問題早在 1893 年的时候就已为列文生-列星格在極广泛的程度上所提出。在此之后的阿·彭克的觀点实际說來也完全不出乎列文生-列星格的觀念范围。

他的觀点对我们說來所以重要的原因，就是在我們看來，他非常正确地解决了我們的兩個基本問題。列文生-列星格認為：（1）在地球表面的重建过程中，地壳的垂直（升降）运动起着很大的作用；（2）不斷發生的陸地与海洋輪廓的变化及海岸綫运动的主要原因是地壳的垂直运动，而不是水壳水准面的自立的变动（水动型变动）。

現在我們从列文生-列星格所發表的講稿“關於陸地与海洋的世紀性演变”中摘錄出一些引文來，因为它論証了上述原理：

“他們（指一些學者——馬爾科夫）的意見在兩方面有分歧：一方面是關於陸地沉降的概念；另一方面是關於地球的水殼移動的概念——這些都是我們所要探討的現象的根源。我們可以把第一類現象稱為地面離平現象（денивеліровка），把第二類現象稱為流水動力現象（гидрокинетическое явление）。前者是地球硬殼的運動，後者是與地殼運動無關的水殼的運動。

列文生-列星格提出了流水動力現象，亦即“世紀性的漲潮與退潮”的各種不同的原因。這些原因是很多的，並且這些運動是確實存在的。但是它們並不足以解釋我們在地史中所斷定出來的海洋水準面的變動規模。要知道，“依照休斯的確切的說法，阿爾卑斯、喜馬拉雅、烏拉爾及其他很多的山就是已經干涸的並且被擠壓了的海；而印度洋、大西洋與其他很多的海就是塌陷了的陸地”（第82頁）。列文生-列星格的結論是：“世紀性的漲潮與退潮在赤道兩旁顯得很均稱，如果它們一般地被証實了，則它們可以毫無疑問地用自地球本身所生出的原因及地球的變形來說明，也就是說，它們可以用岩石圈的升降來說明，水圈是消極地追隨著這種升降而漲落的（第89頁）^①。在第91頁中引用了卡爾賓斯基的古地理圖，後者早在六年之前就已提出關於俄羅斯平原地帶中地殼升降運動的觀念。

關於水圈消極地追隨著岩石圈而變動這個一般的結論不應該只從字面上去理解。後者只是已知的運動的獨立性中的一部分。列文生-列星格提出了很多這樣的獨立性，其中包括地面水量的可能的減少，因為“隨著地球冷卻的程度，與水相關聯的化學過程便愈加深入於地殼中……這些化學過程是可靠的見証，證明它們是從為它們自地球大氣圈和水圈竊取來的部分水所發生的循環中跑出來的……，它預示著我們地球的慘淡的將來，預示著它的地面的完全無水，所有生物的消滅以及和僵死的月球一樣的慘淡的象貌^②。

^① 重點是我加的——馬爾科夫。

^② 這個預言是不對的，因為地球並不是一直繼續冷卻的物体。

奧格曾經提出了关于反映型变动机理的明确觀念。他的觀念是这样的：海進是由于海洋中的水被从地槽的深处挤压到大陸而生成的，而海退則是由于海洋中的水自大陸表面倒流入变凹了的地槽的海槽中而生成的。

“奧格定律”如下：

“在任何时候，当某些一定的沉積層在大陸中是海進沉積層的时候，則同一沉積層在地槽中就是海退的沉積層”。反过來說：“在任何时候，当某些一定的沉積層在地槽中屬於海進沉積層的时候，則其在大陸中就是海退的沉積層”（第 441 頁）。

所以，在地槽区，运动是同时期的；在大陸范圍內，它們是同时期的；如果將这两个地区互相比較，則它們就不是同时期的了。譬如，奧格認為，中白堊紀的海進波及所有的大陸地区：东欧平原、波希米亞、阿尔丁尼（арденны）、法國的一部分、英吉利、西班牙。这个海進在非洲擴展到撒哈拉、埃及、阿刺伯、喀麥隆、剛果、馬达加斯加。它的水一直流到了印度、巴西、澳大利亞。

然而在同一时期中，在地槽区形成了大陸沉積，它們可以在阿尔卑斯、阿尔及利亞、突尼斯、高加索、安第斯等地辨認出來。

顯然，世界海洋的水过去曾經从地槽中被挤压到大陸上去，但是它們在以后又重新匯聚到地槽的拗陷中。

依照这种看法，因为海洋水准面的运动是反映形成地形的基本过程——升降运动——的，所以就无需再用計算的方法來確証它們了。

苏联的地質学者反对“奧格定律”。A. Д. 阿爾漢格爾斯基与 A.H. 馬查洛維奇指出它是毫无根据的，以及在这个定律中陸台区运动与地槽区运动的意义是相同的。A. H. 馬查洛維奇在他的文章里这样說过：“我們認為，在現代的科学資料中，“奧格定律”可以說是完全过时了，在地槽运动与陸台运动中并沒有兩極性（полярность），相反地，它們所具有的却是完全的一致性”。

譬如，加里东造山运动也引起了俄罗斯陸台的隆起，海西时期的烏拉尔隆起也具有同样的結果。与此相反，地槽拗陷造成的后果就是陸台的沉降。A. H 馬查洛維奇認為造山运动（褶皺）时期就是地壳凝

聚和收縮的时期与海退的时期。而地槽形成的时期就是地壳沉降的时期，是它擴展的时期，同时也就是海進的时期。譬如，現代就是地壳擴展及“水占統治地位”的时期：从第三紀起，这种趋势开始在擴大，虽然它的擴大是不均衡的。

在这里需要注意的是：如果地球的收縮和擴展只是在不同的地点進行的話，則无论地球收縮也好，擴展也好，都不能引起海退或海進（假定海洋的水量是不变的）。在前一种情况下，地球表面会縮小，分布在它表面上的原來的海水会形成較厚的水圈——結果也只能是这一点点。在第二种情况下（擴展）則与此相反，水圈的厚度会減少。对于地表面面積及陸地面積來說的海洋面積的相对增加或減少，也就是说海進和海退，可由地表面的割切程度——海陸起伏曲綫的形态——來决定。在地形強烈割切的情况下世界海洋的現有的海水可能被容納在較小的面積里，这一部分，面積的縮小为地表深窪地中海水層的增加所补偿。因为这种地形（強烈割切地形）为現代、第四紀及第三紀所特有，所以我們應該把現代看作是比較大的海退的时期；相反地，地壳變得坚硬的时期和陸台上比較平坦的地形面積擴展的时期一定与海進相关連。

簡單地說，海水的运动就是象上面所說的“容量变动”。

十分明顯，既然地槽和陸台的运动規律与奧格所說的不同，那么海進和海退也就可能服从“奧格定律”了。

A. H. 馬查洛維奇关于地壳运动的时变性（иетахронность）的見解具有重要的意義。不難理解：如果在同一个时期，但是在不同的地点，發生了地表面的隆起和沉降，那么这些运动就会以各种不同的方式互相干擾，而它們的“積分”就将是海進或海退，并且它們的改造是非常複雜的。

我們應該同意 B. Л. 李契科夫（1941 年，第 32 頁）的見解，他寫道：“在我们的时代里……海進几乎沒有了”。可靠地証实这个結論的是下述这一点——“地球上决定着海的加深与陸地隆起过程的地槽在时间上是不会和大海進同时存在的”。

阿·彭克曾經列举出下列有关地壳局部运动及这些运动在海洋壳

水准面上的反映的計算。

如果所有海洋底部的深窪地（其深度在6000公尺以上，其面積約為4,400,000立方公里）都被復蓋起來的話，則海洋水準面就会上升80公尺。

大西洋海脊的隆起会使世界海洋的水準面上升42公尺。

地中海海底塌陷的影响世界海洋水準面降低了12公尺，紅海海底的塌陷曾使海洋水準面降低了0.6公尺。

1923年日本地震时，日本群島附近的海盆的生成曾經使海洋水準面降低了0.09公尺。

在所有这些情況下，海洋水準面反映了由于世界海洋的海底运动而發生的海洋盆地容量的变化。

因此，水壳水準面的真正的变动或水動型变动是曾經發生过并且还正在發生着的。水動型变动的机理是各种各样的。最強有力的变动就是由于坚硬的海洋底部的升降运动而引起的地動型水準面变动。它們能夠造成上下相距好几百公尺的海洋波。

已斷定出來的达于極大高度的古老海岸綫，只在一定的程度上是由于海洋水準面的真正的亦即水動型变动衍生而成的。

我們可以看到：海洋水準面的最大变化乃是因地壳运动而發生的反映。所以，海洋水準面的变化就可以作为用來研究地壳运动的表征之一。

休斯所說的“地球收縮而海繼之”這一句話應該修改为：“地球表面升降而海繼之”。

为了說得更明顯一些，我們可以把上面所提出的觀念列成下面的式子：

海洋水準面变动 =

水動型变动

海面升降型海洋水準面变动

地動型变动

=容量变动=反映型变动

末了还要指出一点，就是我不拟在这里詳細地闡述达奴阿的觀點，他是在現代海洋水準面的範圍內研究海洋水的运动的，而我們是要研

究这个水准面的垂直变化的，因此。我們所注意的是与达奴阿观念不同的另外一个方面的問題。不过，一般的結論是：达奴阿的特点是他能够以歷史的观点來分析海洋水的运动，他把这种运动叫做海進，对于这个名詞的理解，他和地質学者是稍有不同的（見上）。达奴阿認為海洋水的水平运动——“海進”——是普遍擴展的現象，并且是从屬於一般的規律的。这些运动的原因是月球对于地球位置的週期变化，并且其中有一些运动歷时很久（111年）。兩种不同类型的海洋水——赤道的和極地的海水互相斗争，而成为兩种独立的、几乎互不相混的水体。所以海洋水具有和沉積層的層位稍稍相似的層。这就使我們能夠認為，充滿海洋中的海水的年齡是極大的。

作为地壳表面运动指标的古海岸綫 如上所述，海洋水准面运动的主要因素就是承納着它的底部，即地球硬壳表面的运动。此时，世界海洋的水准面虽然也具有独立的水动型变动的机理，但这是一种力量較小的机理。另外一种机理——反映型或地壳升降型变动——在地貌学者看來則是非常重要的，因为它是海洋底部升降运动在其符号与幅度兩方面的一定的总合表現。

地壳升降运动能立即同时波及海洋底部与大陸兩個区域。陸地上地壳运动与水盆水准面运动（水动型变动及地壳升降型变动）的結合形成了古海岸綫。后者的研究对于回溯地壳运动——回溯它的符号、幅度与形式——有着特殊的意义和作用。全面回溯以上各点的依据还是那个基本的原理，即所有海岸綫在其形成时都是位于一个水盆水准面的平面上的。我們所看到的已經变动了的古海岸綫位置乃是次生的地壳运动的結果，在它們的影响下，原生的水平表面变成了相当复杂的、不正規的表面。后者的形态可以用等基綫很好地描繪出來（圖21）。遺憾的是，等基綫法目前还只应用于結晶地盾（波罗的地盾，加拿大地盾的一部分）。因为在那裡，海岸綫的原生水平表面的变形比較地槽区簡單，关于这点我們在下面还要談到。

复雜的、次生变形的海岸綫平面可以叫做等基面。

原生水平表面变形的形态完全依賴于地壳运动，所以它是与海洋壳水准面的变动无关的，不論后者的机理是怎样的。这种情况自然有

助于研究古海岸綫變形的性質。變了形的海岸綫的高度則是另外一種情況。後者同時決定於兩種因素的影響——地殼運動與水盆水準面高度的變化。所以，當我們要闡明海岸綫高度的時候，必須注意到這兩種因素。芬蘭學者拉姆賽將這兩種要素視為海面升降和大地均衡要素是並不完全恰當的。實際說來，這個問題就象演算一個包括兩個未知數的方程式一樣。所以我們在很多場合下無法確定決定古海岸綫高度的兩種因素的數值大小。

著名的海岸作用研究者約翰遜在這一方面會有過極度悲觀的看法。

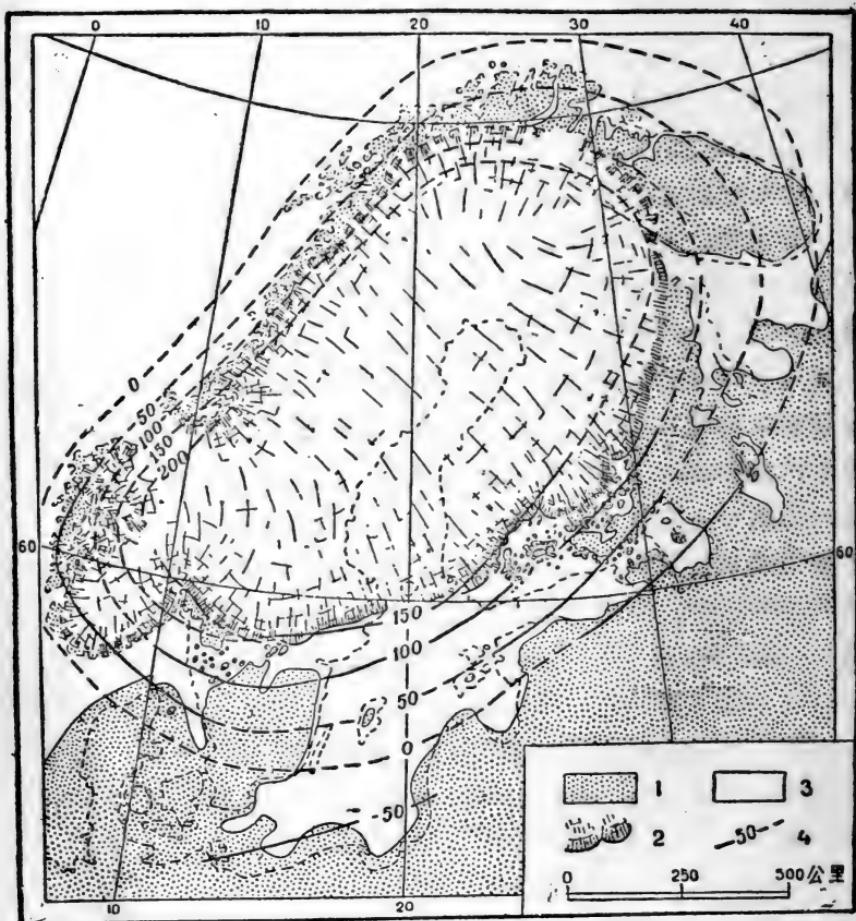


圖 21. 刀蚌海時期以後芬蘭隆起的等基線（據蘇拉莫）
1—陸地；2—冰川；3—海；4—等基線

法，譬如，他曾經这样寫过：

“在某一点确定了很清楚的、高度在20呎的海岸階地以后，他（指研究者——馬爾科夫）找到了在各个地方高度相近的、同一条海岸綫的遺跡。在甲地發現了位于海洋水准面上14呎处的海岸，而在乙地發現了位于海洋水准面上25呎处的海岸，自此向南，又發現一个第三处的、位于海洋水准面上17呎处的海岸。他在弄清楚海岸階地面在一定限度內是随着漲潮的高度、暴露于風浪中的程度以及其它因素而变化之后，他便自以为正确地把所有这些上升了的海岸綫的殘跡归为同一个海岸的各个部分……但如果他要是能熟讀一下过去的歷史的話，他就会發現14呎高的階地在成因上和另一条更远的上升到140呎高的一段海岸綫是相同的；他就会發現26呎高的海岸在过去曾經上升到海洋水准面上70呎高处，由于当地在不久前沉降的結果降落到了今日的位置；他就会發現17呎高的階地在冰期以前曾被侵蝕，以后沉降到海洋水准面下，只是在最近才因当地普遍隆起而上升到現在的水准面……（D. Johnson, 1930, 第94頁）。

約翰遜过于悲觀了。在用古生物学方法細心地确定了海岸綫各个地点的年代之后，常常可以划出同时代的水准面而不致犯对比了不能对比的东西的錯誤。在獲得了根据高度与年代所确定出的足夠的点之后，就可以划出隆起程度相同的綫——等基綫。后者和分層設色圖中的等高綫一样，可以精确地表示出地形及某一时期曾是水平的水准面的次生变形。

地壳垂直运动的研究法可以獲得什么样的成果呢？主要的成果就是在形态上和数量上精确地表示出由于地質構造条件而發生的地壳运动。

法國地質学者裘布阿曾想說明古海岸綫变形特征对于地壳構造特点的依賴关系。他划分了三种海岸类型：大西洋型、斯堪的納維亞型与太平洋型。大西洋型海岸的特点是运动簡單和海洋水准面穩定。斯堪的納維亞型海岸的特征是有位移，垂直度不大而等基綫圖呈同心圓形。太平洋型海岸的表现是，古海岸綫的高度升降不一、而幅度甚大。

但是要注意，約翰遜所說的大西洋海岸綫的特征是与此完全不同的。他曾指出：大西洋海岸綫具有極不穩定的地形。我們当能記得，达尔文（見上）曾經認為：南美洲方面的太平洋古海岸綫在高度方面是極穩定的，这一点也和裘布阿的說法相反。

陸台型与地槽型古海岸綫 有足夠的理由把海岸綫划分为以下兩种类型——陸台型和地槽型。如果我們遵循裴布阿所提出的地理体系的名称，就可以称之为：卡累利阿-芬蘭型与地中海型。

陸台型古海岸綫(陸台型地壳升降运动)曾以等基綫圖出色地表示在由苏联、芬蘭及瑞典学者对波罗的地盾所繪制的圖中。等基綫圖是比較規則的，呈同心圓形，等基綫的位置与地盾和古冰川复盖層的边界相对称。自最后一个冰川复盖層融化之时起，上升的幅度約为 300 公尺。曾經一度为水平的、古海岸綫平面的变形形态呈不高的穹窿狀，或者更正确一些說是拱形。但是，隆起的过程因一些細節的关系而变得复雜了。

波罗的地盾的隆起并不象世人通常想象的那样簡單。它在各时期的速度是不均衡的，在芬蘭冰川期（Финигляциальное время）及在薩尔波謝尔克冰磧以北的地区它的速度比較大些。譬如，昂格尔曼蘭德（Онгерманланд）在芬蘭冰川期隆起的速度曾达到100年內上升 50 公尺（每年 0.5 公尺），也就是說，并不小于地震时期的隆起速度。这是不足为奇的，因为就是在今日，在地盾隆起的中心仍常有地震現象，它們和地盾的隆起是有关联的。

隆起的不均衡性表現在同一条古海岸綫上不同地点的傾斜度的不一样。

可以划分出三个同心圓形 分布的隆起帶。每一个 隆起帶的範圍內，隆起都是一下子較快地形成的，所以同一条海岸綫的坡度也比較顯著。

外帶的內界位于列宁格勒稍南的地方；第二条边界和薩尔波謝尔克外磧壠一致；第三条边界——芬蘭冰川（在安齐鲁司海时间以前）边界——位于薩尔波謝尔克内壠稍北的地方。

地中海地槽区古海岸綫圖要复雜得多。遺憾的是，这里的研究沒有進行得象研究波罗的結晶地盾那样的詳細。所以上述的等基綫方法还没有应用，因此也就无法精确地表示出海岸綫变形表面的形态。

但是，海岸綫受到破坏的一般特点还是非常清楚的。現在我們把海南迭茲·巴黑克在一次地理学者代表大会所作的描述介紹在下面：

在希腊，第四紀階地面極為複雜，無法和其他島嶼相比較，並且與地中海西部及大西洋海岸也不相同，階地高度達700公尺。

地中海東部至的黎波里塔尼亞為止的非洲沿岸都缺少階地，即使有也只是低的。這說明了地中海地槽南部邊緣是穩定的。

在意大利，階地面極不固定。自上新世末期起，卡拉布利亞地方的階地已上升至絕對高度1200公尺外。第四紀的提倫海階地的高度也達35至200公尺。情況之所以這樣複雜是由於亞平寧構造運動年輕而強烈。卡普里島自蒂比利亞皇帝在世時起上升了6公尺，那波里島沉降了5公尺，托斯卡納海岸也沉降了。在南方，隆起沒有擴及馬爾他島。在北非及巴利阿里群島，陸地比較穩定，階地不顯著。

在比利牛斯半島，階地是不連續的，並且位於不同的高度。

大體說來，可以看到這樣一種情景，即有一條長的和地中海地槽的一般輪廓一致的大隆起帶（隆起到1200公尺）以及許多上升極不均衡的古海岸線。自此向南往非洲陸台區，隆起的幅度驟然減小。

地槽型古海岸線無論在高度和情景的複雜方面都與陸台型的隆起極不相同。這一點只要把上述兩個例子加以比較之後，就會很容易地令人信服。從另一方面來說，這兩個例子也指出做為研究地殼變形形態手段的這一方法的客觀價值。

兩個基本因素——海面升降與陸地升降——的結合 如我們已見到的，古海岸線的高度與其形態不同，它是由兩種因素衍生而成的，即地殼運動和水盆準面的運動或海面升降運動。研究它們之所以很煩難也就是因為這個原故。

現在我們用兩個例子來說明這一點。

冰期後的刀蚌海古海岸線在列寧格勒周圍地區的地形上完全沒有表現出來（馬爾科夫，1931）。如果自芬蘭灣向前行，我們就可以看到兩個階地：下階地是立特林階地，上階地是波羅的冰川湖階地，也就是說，前者較刀蚌期年輕，後者較刀蚌期年老，而刀蚌期的階地應當分布在它們中間。然而刀蚌海準面在列寧格勒地區顯露出來了，但它只位於現代海準面之下，表現為沿岸的黑色泥炭淤泥。在瑞典南部的波羅的海海岸，刀蚌海岸也表現得與此相同；在那裡，它甚至被稱為“黑色邊區”。在列寧格勒西北方，刀蚌海岸很快地出現於波羅的海準面以

上，并且沿着同样的方向繼續上升，一直到它在芬蘭的土爾庫城地区达于 110公尺的高度时为止。所以，刀蚌海海面是斜的，这說明了它是在刀蚌海期后由于波罗的海結晶地盾的隆起而生成的。

刀蚌海海岸綫的剖面和現代海岸綫——曾有一个时期是水平的，以后因隆起而变形——的低穹窿的垂直剖面并沒有什么兩样。

但是，我們不應該为海水准面的变动就不是决定刀蚌海岸高度的因素。只要举出刀蚌海在某些地段已被淹没的事实就足以証明：在刀蚌海形成后，波罗的海上升的高度并不少于刀蚌海所淹没的深度。

由此看來，刀蚌期后，波罗的結晶地盾地表变形形态可由依次引出的反映地壳升降运动的等基綫圖及其間的幅度所決定，等基綫的穹窿高度也决定于海水准面变动的幅度。

現在我們再举一个例子。

北方海進时的間冰期沉積層在我國（指苏联——譯者）欧洲北部伯紹拉、北德維納、奧涅加、瓦爾茹加及波諾依等河的河谷里表現得很清楚。根据沉積層中所埋藏的軟体动物的特点，可以認為：北方海海進的高度大約比現代海水准面高80公尺（卡尔巴斯尼科夫，1937）。

在欧洲陸台範圍內，这个高度顯然是相当穩定的，由此可以產生一种觀念，即認為陸地的淹没乃是由于水動型的原因而發生的。这个觀念尤其令人信服的是因为在北方沉積層中包括着喜暖的軟体动物类。所以，这里的气候曾經是溫暖的，陸地上的冰塊很有限，水准面很高。

不过我們很容易相信一点，就是这样的結論并不能反映現象的一切复雜性。下面的計算尤其能說明这一点。在最近一次冰川作用中，冰塊的融化使洋水准面上升了80—100公尺，現代冰塊的融化使洋水准面上升了50公尺（見上）。这两个數字的差相当于洋水准面在最近冰川作用后沉降的数值，这个差数的数值不超过50公尺。但是在北方海進时期以后，海洋水准面的实际沉降程度为80公尺。所以我們据此推断：在溫暖的北方海时期，大陸冰塊完全融化了。而如果冰塊还繼續存在的話（縱使它們存在的範圍不广），我們就无法解釋現代海洋水准面高度与北方海时期海洋水准面高度間的80公尺的差異。因此，北方海海岸綫現代的高度是兩种机理的產物。自北方海时期起：（1）海水准面降低了；（2）陸地上升了。有一个事实使我們相信这个推断，就是在帕依霍依和卡累利阿等地，北方海的沉積層是位于另外一个高度——高于俄罗斯平原北部北方海沉積層。

水盆的类型 在上面，我們曾依据决定变形形态的地壳構造把古海岸綫变形的类型作了分类。同样我們也可以恰当地依据决定这些变形特性的原因來划分水盆的类型。依据这一点，我把水盆分为三个类型：

1. 洋与海 上面所說的都屬於本类水盆，这类水盆的古海岸線是地壳升降和决定于各种原因的水壳水准面变动这兩者的產物。古海岸線的高度与洋水准面相关联，而后者是不固定的。

2. 海-湖 也就是里海型的无水流外洩的水盆。对我们說來，这一类水盆重要的地方是：它們是世界海洋的縮影，并且它們的水准面也依照同样的原因而变动。最好的例子就是里海，近年來，其水准面的低落曾引起世人極大的注意。大家知道，自1930年起，水准面在以平均每年34公厘的速度低落着，總計降落了191公分（为了比較起見，我們举出：在同一时期中，世界洋水准面大約以每年平均0.5公厘的速度上升着）。大多数里海水准面的研究者推測这些变动是由于水流（尤其是伏尔加河）的大小变化而產生的，也就是由于里海水量的变化而產生的。在最近的68年中，每年注入里海的水流为400.8立方公里（其中有河水324.2立方公里），而里海的支出（主要是蒸發）是414.5立方公里（其中蒸發量为392.3立方公里，流入卡拉布加茲的水流为22.2立方公里）。所以，在这68年里，里海的水量减少了13.7立方公里，这就使得水准面在15年中降低了191公分，而在68年中——降低了234公分。B. D. 查伊科夫在他所著的書中曾經說道：“几世紀來的海水儲量在消耗着”（第21頁）。B. A. 阿波洛夫認為水准面的低降是由于伏尔加河水量減少所致，而后的水量之所以減少，是因为農業耕作方式的改進，不过他也是利用里海海水儲量減少，亦即利用海面升降的原因來說明問題的，精确一些說——他是用动水型变动的原因來說明問題的。很多学者都以同样的原因來解釋里海第四紀的海進（譬如П.А.普拉沃斯拉夫列夫所說的巴庫期、霍札爾期以及赫瓦倫斯克期的海進）。

不能否認，上述有計算根据的各点見解是有重要意义的。但我們也应指出，有必要考慮另一些原因，虽然这些原因很难用数量來計算。

属于这类原因是注入里海并且在其底部卸下冲積物的固体逕河，这就是休斯認為是海進的普遍因素的那种作用。这种作用对于注入里海的液体逕流的减少当能起着某种补偿作用，也就是说，減少了

里海現代的海退（見“容量变动”這一節）。

未曾計算过、但毫无疑问也是非常积极的第二个因素就是里海盆地底部的地壳升降运动。研究第四紀里海水准面变动的 Н. И. 安德魯索夫、А. П. 阿爾漢格爾斯基、Н. И. 尼古拉耶夫和 И. П. 格拉西莫夫等都曾注意到这一点。格拉莫夫寫道：

“我們現在有足夠的理由確信：所有那些未曾充分考慮上述造陸現象而作出的关于里海歷史的解答，都是过于一般化的，并且有問題的”。譬如，上里海期（巴庫期以后的）的海進是由使盆地容積減小的構造原因所引起的。

必須考慮到：里海盆地容量最大的一部分——南部——是一個肯定說在繼續沉降的地区，也就是說，这就等于在增大盆地的容量并引起海水准面的低落。这会不会是反映在里海水准面上的各种作用中的一个呢？里海水准面每年低落34公厘，这个数字較斯德哥尔摩地区每年隆起的幅度少 $\frac{1}{3}$ 。斯德哥尔摩位于在構造上比里海所在的地中海地槽区更为稳定的地区。上述構造上穩定地区的古海岸綫幅度小也确鑿地証明了这一点。我們可以想象，里海——湖海——水準面和洋水準面一样，是由于几种作用（地動型运动及水動型运动）結合而形成的。其不同之点在于：里海水准面在高度上与洋水準面无关。这两个水盆的水準面沒有共同的基准面。

从另外一方面來說，我們也應該注意到里海中海面升降作用这个因素的无可否認的威力。它决定于逕流量（全年324立方公里）与里海盆地表面（400,000平方公里）之比。在世界海洋中，逕流量为全年37000立方公里，海洋表面为360,000,000平方公里。

这就是說，面積較大洋少900倍的里海，其所獲得的逕流量只較海洋少114倍。所以，里海中的水面升降作用的机理比世界海洋強8倍。

我們可以說：里海水准面水動型变动的能与地動型变动的能都是很大的。它比世界海洋的上述兩种作用还大一些。

必須提到的是，Г. Р. 布列格曼曾經企圖在数量方面分析阿普歇倫半島的現代地壳运动。在这里，地壳的升降每年达20公厘，但是这样

的变动在海岸上就中止了，依照Г. Р. 布列格曼的見解：“里海水准面多年來的变化并沒有因現代的地壳变形而發生使人实际感到的破坏”。

3. 湖泊 我們在这里所指的是具有逕流的水盆，这一点也就是湖泊与海—湖之間的主要差異。

兩者的差異主要在于：湖泊的古岸綫是由于湖泊逕流門坎（норпор）的位置而形成的。湖泊受納逕流的地点是湖水准面的調節器。湖水准面不能比这个地点低得很多，同样地，它也不能很高地超越于逕流門坎之上（几公尺以上）。在第一种情况下，湖泊就会成为无水流外洩湖，这是和我們的先决条件相反的；在第二种情况下，自湖泊流出的水量增多了，这样就会使湖水准面的上升受到阻礙。

由此可見：湖水准面在逕流注入的地点变化得很少，湖水准面的变动只有在距逕流門坎相当远的湖岸才能明顯地看出來。此外需要注意的是：上升到海洋水准面上若干高度的流动湖水准面的变动不可能与其中水量的变化（依照河源的調節作用而生的）有关。在有逕流流出的湖泊中，并沒有水准面的升降运动，因为过剩的水量越过了門坎流入海洋，而其不足的水量又为决定着排水狀況的丰沛的降水所补偿。所以，流动湖水准面所產生的变动反映出的只是湖盆区的地壳运动，因而这种地壳运动可以說是純淨地表現了出来。

古湖水准面的这种特点使得它們成为每个研究地壳运动的学者的宝贵研究对象。

这些运动的研究方法曾为苏联（Г. И. 魏列夏金）及瑞典挪威的学者在波罗的結晶地盾区研討过。

可以推断有三种不同的情况，亦即湖泊对于該区地壳隆起中心的三种不同分布类型（圖22）。

1. 湖泊的逕流門坎位于远离隆起中心的地点。这种湖泊將随着隆起的程度而后退。

2. 湖泊的逕流門坎位于最靠近隆起中心的地点。这种湖泊將随着隆起的程度而前进。

3. 湖泊的逕流門坎位于上述两个地点的中間。湖泊被穿过逕流門坎的湖水准面零度变化綫（魏列夏金所說的“均衡軸”）分为兩部分。在

位于均衡軸与隆起中心之間的湖盆部分可以看到湖的后退（見第一类型圖），在湖盆的相对的另一部分，则可以看到湖水的前进（見第二类型圖）。所有古岸綫都較湖水准面稍斜地分布着，依照它們的位置只能判断地壳的不均衡的、斜的运动：即判断它們的傾斜（根据古岸綫的傾角）及地壳升降运动的幅度（根据古岸綫的相对高度）。

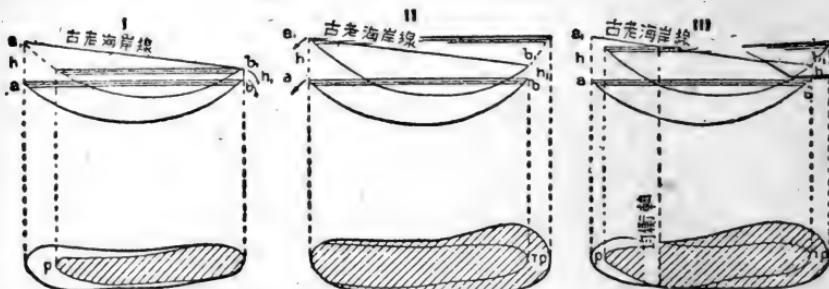


圖 22. 由于湖泊逕流門坎相对于一个地域升得最高的地区的位置之不同而發生的湖水准面变动

2. 海蝕-堆積水准面

到目前为止，水盆水准面的歷史之所以令人注意，是因为它記錄了地壳的变形作用。

然而，水盆水准面并不是只能在大陸表面斜坡上留下狹窄的刻痕而已。在波浪的影响下，这些刻痕还能擴展到大陸的深处，隨而留下海蝕-堆積水准面。

在这里必須提出并且闡明一个問題：海蝕作用与堆積作用能不能造成一个和侵蝕-剝蝕准平原寬度相等的海蝕-積堆水准面呢？

A.П.卡尔宾斯基与李希霍芬的观念 最初，学者曾認為海的海蝕作用是很重要的。以后美國的地理学者提出了关于侵蝕作用的學說，这个學說已經勝过了世人对于海蝕因素巨大作用的信服。

英國地質学者拉姆賽在1847年首先認為海蝕因素有巨大的意义。李希霍芬的声望使得这个觀念更为著名。李希霍芬在其所著的“旅行者指南”一書中曾以一章的篇幅專門論述了这个問題。李希霍芬認為，在海岸綫正向运动的情况下，海蝕可能起極大的作用。

李希霍芬寫道：“所以，上述的營力在地球過去歷史中一定會發生過極大的變化，這種變化較任何其他作用於我們星球之上的外力所促成的變化都要大些……^①。假設陸地沉入海洋中是繼續不斷進行的，那樣就會形成剝蝕面 a_n ，所有的山 $a'd'f'$ 都會被蝕去（圖23）。巨大的褶皺高地也會這樣地消逝”（見原書353, 355頁）。現在我們再來看看說明上列引文的插圖。在圖中，直線 a_n 幾乎不是水平的，它說明終極的海蝕面的傾斜微弱，因而也表明，倘使海水準面不逐漸上升的話，海岸是不会無限地進展到大陸深處的。李希霍芬進一步解釋說：“我們把在海岸綫正向位移中統一地及單獨地形成的這個表面叫做海蝕面，而把这个作用本身叫做海蝕作用”。

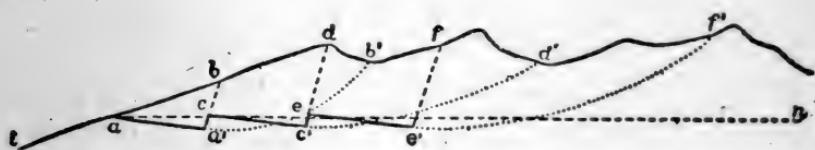


圖 23. 陸地上的高地因海蝕作用而消滅的情況（據李希霍芬）

“海蝕面可能寬達數公里，在地球的過去歷史中，海蝕面擴展到數百公里、數千公里的情況也是很多見的，雖然它也表現為沉積層並且呈現各種不同的變形。^a（原書356頁）（圖24）。

在此之前（從1880年起），A. П. 卡爾賓斯基對於東烏拉爾南部就已提出了這樣的見解，在那裡，有一個夷平了的平面一直延展到契利亞賓斯克所屬的經綫的地方，上面復蓋著老第三紀的海相沉積層，這些沉積層位於已經變動了的、古生代深厚變質岩層之上。就象卡爾賓斯

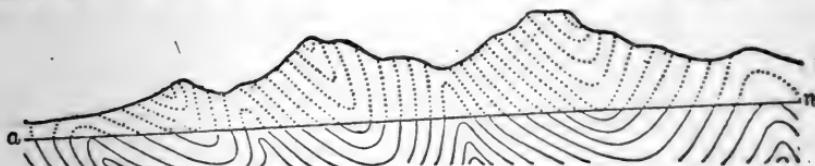


圖 24. 傾斜的海蝕面（據李希霍芬）

基所想像的那樣，這個地區令人感到它是被海蝕作用夷平了的古老山地。卡爾賓斯基認為，對於俄羅斯平原地形的雕塑，海蝕作用起了巨大的作用。

^①着重點是我加的——馬爾科夫。

卡尔宾斯基寫道：“在这种情况下，大家都曉得，强有力的地質作用就是所謂海蝕作用（也就是前進时的海水的冲刷作用）。这种海蝕作用会把海岸綫远远地推到大陸內部，并且削減着大陸表層的厚度，在这种削減程度下，大陸表面是不会低于海水准面的。由于大陸剝蝕作用，也就是說，由于流水冲刷、風化作用等所造成的地面变化只有很小的意义”（1894年，第78頁）①。

所以，卡尔宾斯基認為：海蝕作用和大陸条件下的剝蝕作用比較起來是更強有力的改变地形的因素。

我們可以看到，十九世紀的80—90年代曾是海蝕說最盛行的时代。卡尔宾斯基及李希霍芬兩人都認為：在改变地形的作用中，海蝕作用要比風力剝蝕作用以及侵蝕作用大一些。海蝕作用的得以進行，他們認為必須有海水准面的上升，这样，海蝕作用才能進入陸地深处和切割寬广的山地地形。

在侵蝕學說盛行年代中的海蝕學說 戴維斯及其前輩的侵蝕作用說的提出，很快地就使海蝕說黯然失色了。戴維斯虽然也曾划分过海蝕循環，但是他推翻了很多曾被認為是海蝕而成的水准面。他認為这些水准面是由于侵蝕而成的。譬如，他曾反駁了萊因片岩山上的平坦表面是因海蝕作用而成的这个假說。

他寫道：“現代的山岳表面所保留的遺跡并不是海相卵石層。山岳面并不是完全平坦的，在它的上面交叉着佐登瓦尔德山壠，伊达瓦尔德山壠等。但是，它們并不是为海的懸崖所圍繞的。这些种种不同的事實向很多的学者說明：片岩山是隆起的和被切割了的常态的②准平原”。

阿尔登地形的起源也是如此；在波希米亞中部古老岩層的均夷面上，分布着大陸沉積層，所以，这个平面也是侵蝕的准平原。

侵蝕學派的觀點勝利了。在最近許多年間，顯露于大陸內部的均夷面就都被解釋为侵蝕-剝蝕面。就是南烏拉尔平原也是如此。該地地形的近年研究者之一（C. B. 埃普施杰因）曾經指出：“所有均夷作用都認為是海水磨蝕的作用是不对的，因为倘使海水侵入了山地，它

①着重点是我加的——馬尔科夫。

②也就是侵蝕平原——馬尔科夫。

將進入地形的低凹之处，以自己的沉積物填滿它們，促成該地變平。為了估價海蝕因素的真正意義，我們必須了解海蝕作用的基本理論。

形成水下海岸台地剖面的机理 在做出我們所需的關於海蝕－堆積現象規模的結論之前，必須首先研討一下形成水下海岸台地垂直剖面的机理。

这种現象的机理主要是美國地理学者戴維斯及約翰遜兩人用演繹法以極其一般的形式提出的。

約翰遜曾經这样描述水下海岸台地的縱的均衡剖面：

“最陡的水下縱剖面在靠近海岸的地方，那里，風化產物最粗糙而且也最多；在朝海的一面，在風化產物變細、並且有一部分呈懸浮狀態的地方，這個剖面逐漸變得平坦。坡面上每一處的峻峭程度都能使發展在這裡的波浪能量恰好能掠走那些落到這裡來的、一定大小的風化產物”（1919年，見第210頁）。

所以依照國外海岸形态學大專家的意見，海岸台地均衡剖面呈圓形曲線狀；它是在海浪能量與被帶來物質的數量與質量達於均衡狀態時形成的。剖面坡則是在海浪能量完全消耗於搬運物質的每一處地方形成的。因而剖面就停止了進一步的變化。

約翰遜的思想過程與在分析河流均衡縱剖面形成的机理時常會提出的那些想法完全相同。正如上面所說的情形一樣，美國地理学者對於現象的机理所作的叙述是非常一般化的。

在蘇聯，關於海岸台地縱剖面的學說主要是由於B.П.曾科維奇的研究才得以向前發展的。B.П.曾科維奇根據意大利學者科尔納利亞在1890年提出的某些一般的原理而更加詳盡地闡述了這些觀念。他論証了海岸台地縱剖面形成的机理。對於他所發展了的觀念我是贊同的。

首先要注意到這種情況：形成海岸台地縱剖面的主要作用就是海浪的作用，而水流在地貌上也有次要的意義。

運動著的波浪含有風傳給它的能。這種能逐漸被海浪消耗在各種不同的作用上，其中對我們說來最主要的就是造成海岸台地縱剖面。在運動著的海浪中的水粒具有一種獨特的運動，這種運動沿着圓形軌道進行著。水粒沿圓形軌道的運動在距海底某些距離的地方呈圓形，

當它們靠近海底的時候就變為橢圓形。在海底，橢圓形就變扁了，變成一段段的直線，也就是說，水粒向前直進地運動着——時而朝向海岸，時而從海岸朝着相反的方向。

在海浪向海岸方向運動時，也就是說，當它們沿着傾斜的海底並且在深度日減的情況下運動時，波浪呈不對稱形。波浪的前坡所受到的上述的影響較後坡大，因而變得陡一些。“要想使每一行垂直排列的水粒在浪頭漲滿的時候回到原地，必須使水的深度大於波浪運動所能擴展到的深度。如果水的深度低於上述的深度，則從物理學上說來，構成第二個波浪前坡的水就會不夠。所以，波浪的前坡較後坡陡（第35頁）。水粒往上向海岸運動的速度與自海岸向下運動的速度也是不同的。朝着海岸運動的水，被挤压在較小的垂直距離中，所以向海岸運動的速度就超過了離岸運動的速度。不對稱的運動對於沖積物的搬移有重大的作用。

在估計水粒運動的特性時，必須了解：水粒的運動是在水盆底部的傾斜面上進行的。所以，重力對於沖積物顆粒的運動也有影響。足以帶動顆粒沿着坡面向下的水的運動，其速度一定會比足以使顆粒沿着坡面向上的水的運動速度小一些，也就是說，比與重力作用相反方向前進的水的運動速度小一些。

在水粒向岸運動速度與離岸運動速度相等（和速度小）的很深的地方，顆粒將會向下移動，也就是說，離岸而去。在比較靠近海岸的地方，就像上面已經說過的那樣，水向海岸運動的速度比水離岸而去的速度增大，在深度稍有減少的情況下，速度的差異可能恰好與使岩石顆粒沿坡面向下移動的重力的影響相等。因此，我們可以找到這樣一種深度，在那裡，在當時的海底坡面及當時的顆粒大小條件下，顆粒既不沿着海底向上移動，也不沿着海底向下移動。在比較靠近海岸的地方，水向海岸的直線運動的速度就超過逆向運動的速度，顆粒就能朝向海岸作直進的運動。

由此可見，在水下海岸台地面上有兩個帶，其方向與海岸線平行而其特點則是沖積物顆粒一方面朝上，一方面沿坡向下作逆向運動。這兩個帶為一條通過不運動的顆粒的分界線所隔開。這就是科爾納

利亞中立線（1946年，第58頁）。

由这个規律可以得出以下的結論：水下的陡坡能被冲蝕，平緩的坡能發生冲積。实际上，在深海岸处，在深度較小地方的波浪挤压現象，水粒运动的不对称以及运动速度沿底坡向上而加大等等表現得并不強烈，并且重力的影响所受的中立化程度也較小。重力会使岩石顆粒向下移动。所以海岸將会受到冲刷成为海蝕岸。在淺灘岸上，可以以与之相反的道理很容易地指出：岩石顆粒將会移向海岸，海岸依藉自深处搬运來的物質而擴展。

上述这一点可以解釋大家都曉得的情景：峻陡的深岸被冲蝕了；而平緩的淺灘海岸上則發生冲積。

水下海岸台地底部的均衡縱剖面 上述的过程使我們能夠了解：水下台地剖面是怎样生成的。

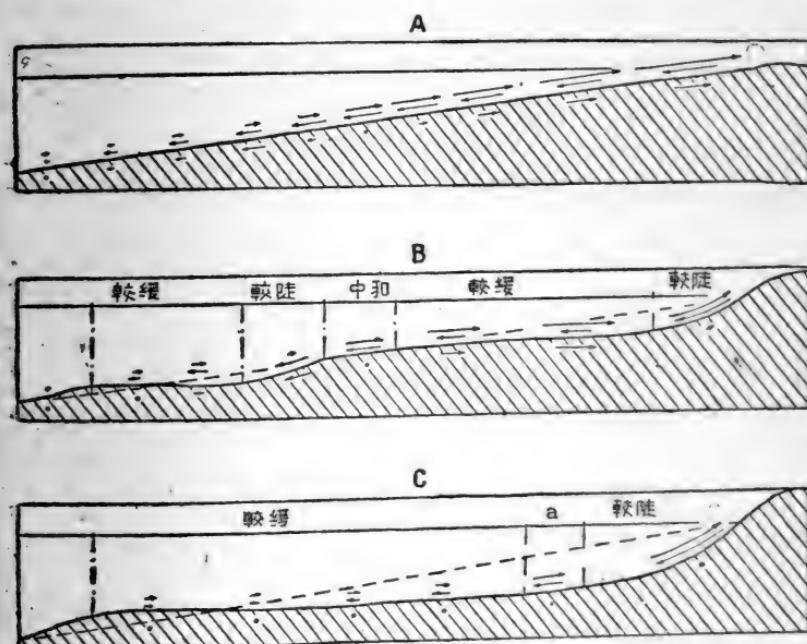


圖 25. 水下海岸台地底部均衡剖面的形成（据科尔納利亞与曾科維奇）

在第25圖中，这个作用以圖表表示了出来（据B.N.曾科維奇）。
其实質如下：

我們分析的是比較簡單的情況即：波浪具有固定不变的力量，坡底經常不变，冲積物的顆粒大小一致。剖面上的長短不等的箭頭表示冲積物顆粒朝着兩個方向的運動。剖面下的箭頭表示合成運動的速度與方向。如我們在上面一段所說的，在某一地點（在本圖是在正中間）分布着科爾納利亞中立線。中立線以下，顆粒最後的運動在速度方面與顆粒自中立線向上的最後的運動一樣，不斷增加。在中立線以下，顆粒運動的幅度開始增大；這裡，水的前一個運動（朝向海岸的運動）的速度比後退的速度小一些；後退的運動占優勢，再加上重力的作用，就可以使岩石的顆粒沿坡向下運動。但是在達到深海的時候，水在海底的運動逐漸減弱，顆粒運動的幅度逐漸減小，最後就完全停止。在剖面左方，顆粒處於靜止狀態。自中立線向右（即向上），顆粒運動的變化規律就不同了。此時顆粒運動變化規律決定於水粒直線運動對於後退運動以及重力影響的越來越增大的優勢（重力影響是不變的數字）。所以隨著接近海岸的程度，岩石顆粒的位移幅度並不是減少，而是不斷地增加着。

在剖面中形成了兩個地段，那裡海底磨蝕得最厲害——這就是中立線以上地段及其以下的地段。這兩個地段，在上剖面圖及中剖面圖上用最長的均衡運動的箭頭表示出。這裡的剖面形態也變化了，並且與波浪的運動規律相適應。在中立線以上，剖面變低了（下圖），這是由於磨蝕物質被拋擲到海岸上的緣故。在波浪運動不再發生作用的剖面下部，進行着冲積物的堆積作用，因而剖面增高。所以，從總的方面說來，剖面在中段（中立線的兩側）變得比較平緩，而在上段和下段則較陡。在這裡，因最終剖面大大不同于坡面均等的最初剖面，因而最終剖面會進行最劇烈的改造。

剖面相應的改造將在中立線以上和以下的地方完成。隨著這種完成的程度，中立線將轉變為中立面，亦即海岸台地底部均衡剖面的表面。在這個剖面的每一點上，海底的傾角都與波浪變形的程度相適應。均衡剖面的傾角是這樣一種角度：它使海底不再因波浪運動而發生冲刷作用，使冲積物顆粒的搬運作用也不再進行，或者更準確一些說，使這些作用都趨於休止狀態。海岸台地底部的均衡剖面形態在圖25

里的下面一圖中表現得很清楚。这是希腊字母 ζ 形的——上部凹入，中部几乎成为直線，下部凸出。地貌学是联系着与地形相关联的鬆散沉積物的演化來研討地形的演化的。对于这个問題我們必須談一談。

在均衡剖面的塑制过程中，底部的冲積物会重新分配，依照自己的大小而处于不同的位置。各种大小的冲積物帶的下界是与随着深度增加而發生的波浪（逆向）运动速度的低減相关联的。顯然，顆粒較大的冲積物下界位于較高的地方，那里深度較小而水运动的速度較大。上述的情况决定了各种大小的冲積物下界的位置。至于上界，则随着波浪运动速度的增加，移动到岸边的冲積物或者被攪散（如果它是很細小的話），或者被抛擲到岸上（如果它的顆粒較大的話）。

所以，归根到底，我們可以得出一个結論，就是随着远离海岸的程度，冲積物顆粒也就順序减小。冲積物顆粒的大小程度与它在均衡剖面中所占的位置有关，也就是说，和它位居的这一部分均衡剖面的坡度及深度有关。第一种关联性在地表斜面上各种粒度的鬆散沉積物的分布方面是普遍存在的。它也說明了剝蝕作用和侵蝕作用的陸面狀況（субаэральное условие）的特征。最后，还需指出：在波浪作用变強时，中立線是会向深处移动的。暴風雨时，在同一深度处波浪对于海底的影响比波浪微弱时的影响更強烈一些；所以，坡面的均衡剖

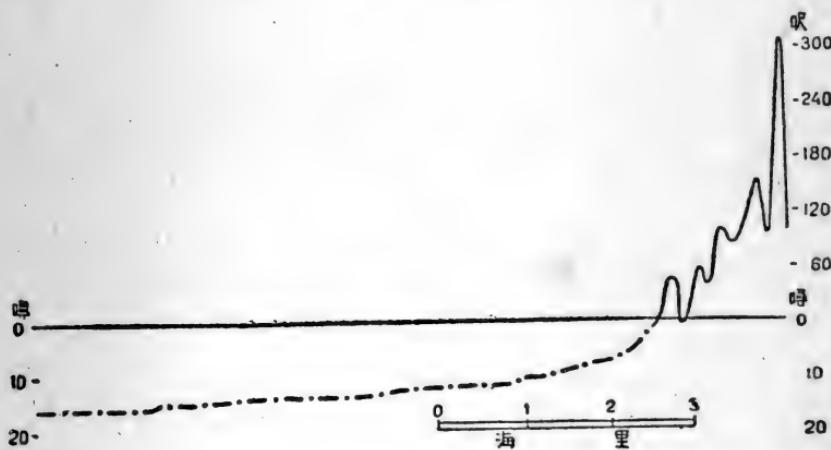


圖 26 美國大西洋岸附近馬爾特·瓦伊尼亞爾德島西端海底剖面
(摘自曾科維奇所引用的約翰遜的插圖)

面主要是在暴風雨时塑制出來的。

上述情况和那些主要在洪水时期發生于河谷中的剖面塑制有些相像。在自然条件下，时常可以看到和上述均衡坡面近似的成曲綫形的海底剖面。这里引用馬尔特·瓦伊尼亞爾德島旁美國大西洋沿岸地区的海底剖面曲綫（圖26）作一个例子（据約翰遜）。

如果海岸台地沒有冲積物所复盖，那么它就会像B.П.曾科維奇所指出的那样，具有凸形剖面。水下斜坡的海蝕均衡剖面亦將呈凸形，并且其深度随着远离海岸的程度而逐渐增長（圖27）。这里所說的第

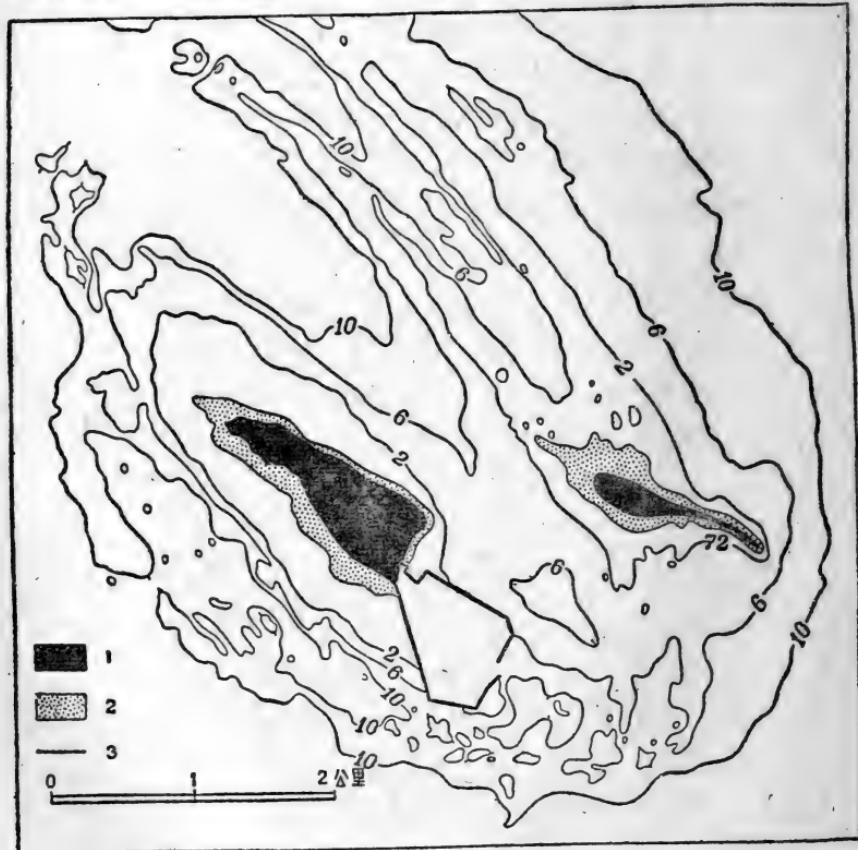


圖 27. 格爾戈蘭島附近的海蝕海岸台地（具有凸形剖面）

1—陸地；2—海岸淺灘；3—等氣壓線

二种情况是約翰遜所未曾料想到的。所以，共有兩种均衡剖面类型：第一种是为冲積物所复盖并具有凹形的海底剖面；第二种是海蝕的凸

形剖面。

我們不需要更詳細地敘述水下斜坡均衡剖面的形成條件和它的形態。重要的是：無論在何種情況下都能形成非常平坦、但是具有平緩斜坡的斜面。對於我們說來非常重要的情形就是：水下斜坡的均衡剖面所形成的表面是傾斜的而不是水平的。這種表面——海蝕準平原——我們叫做海蝕堆積水面。

下面我們談談濱岸水下平原的規模以及形成這種平原的深度。

濱岸水下平原的規模 从理論上說來，具有均衡剖面的水下平原是可以在無限的距離內沿着海岸伸展的。至於這種平原的寬度——垂直於海岸而量計的寬度——則它是不很大的。

該類平原的下界不會低於波浪所及的深度。這種深度達200公尺。另一方面，水下海蝕平原或海蝕堆積平原總是具有一定的、雖然是不大的傾斜。在明白了後者之後，就可以計算出200公尺等深線以下的水下平原降低到離岸多遠的地方。B.П.曾科維奇認為水下平原的最大可能寬度在經常不變的海水準面下達300公尺。但是，如果考慮到後者的變動，則水下平原可能無限寬。

到現在為止所探討的，只是具有為海蝕作用及海水堆積作用所塑製成的均衡剖面的平原。而對我們說來，也正是這些平原最有意義，因為它們是在比較狹窄的垂直距離的界限內、在一定深處形成的。

不過，促使水盆底部表面夷平的整個過程比上面所說的還要繁複。所以我在此用“水下平原”這個術語來表達。水下平原，照其精確涵義來說，比海蝕堆積水面占有更大的面積。水下平原如果為地殼運動抬升至地表面以後，顯然就可能形成大陸表面的寬廣地域。

B.П.曾科維奇把水下平原分為以下幾個類型（1938）：

- (1) 海積終極平原。
- (2) 分肢海灣的淺水堆積平原。
- (3) 海進平原（堆積剝蝕平原）。
- (4) 海蝕平原。
- (5) 剝蝕平原。

在上面所劃分出來的水下平原類型中以第三類及第五類為最重

要。它們不僅形成于淺水中，并且還占有寬廣的面積。海進平原“位于地形上不穩定的地段，這些地段曾經反復地遭受過幾次的沉降與隆起………曾經不只一次地發生過的海蝕作用割切了地形上的一切正向單元，而在低地中則與此相反，沉積了沉積層”（第377頁）。有些時候，這些平原出露于地表面之上，並且蒙受了陸成剝蝕作用。

水下剝蝕平原是由於各種不同的剝蝕作用，如沖刷作用、沉積物的溶解作用等而生成的。

下圖（圖28）指出了蘇聯諸海底各類型平原的廣泛分布。在圖中可以很容易地看到：

我們上面所指出的兩種平原面積最大。

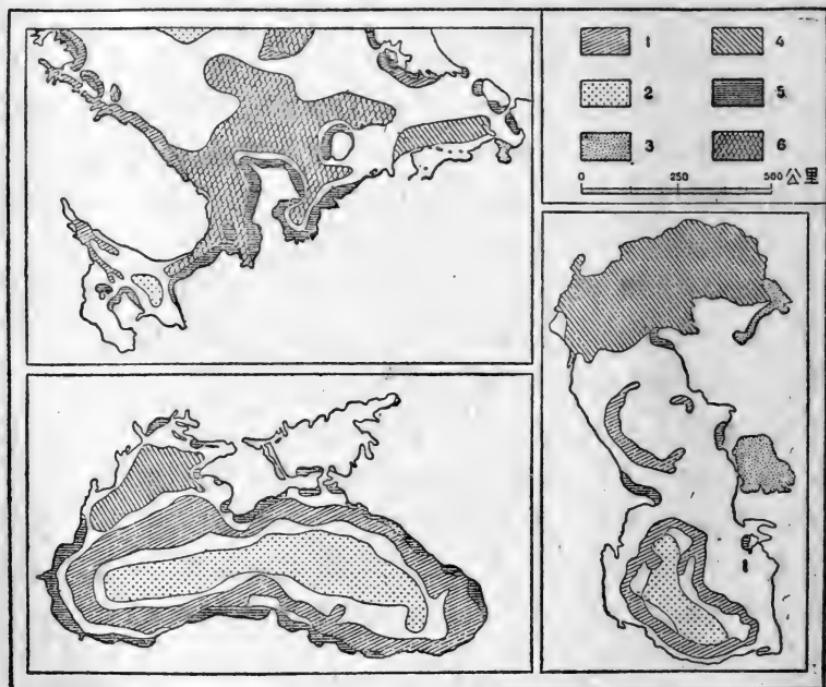


圖 28. 白海、巴倫支海、黑海及里海的水下平原（據曾科維奇）

1—陡坡帶；2—海積終極平原；3—分枝海灣的淺水堆積平原；4—海進（堆積
—剝蝕）平原；5—海蝕平原；6—剝蝕平原

現在我們假設：這些平原上升，並且成為陸地表面的一部分，那它們就會占有與侵蝕準平原面積相等的地域。我們可以進一步地把這

些平坦的地域叫做海蝕-堆積平原，虽然这个名称并不能完全反映地形的水下均夷作用的总合。

В.П.曾科維奇所提出的名称“波浪基面”(волновая база)并不完全适合我們的目的。就侵蝕作用方面來看，“基面”(база)这个術語的涵义是某地貌面所趨向的水准面，而不是該地貌面本身(譬如：海水準面就是河流的侵蝕基准(базис эрозии))。从这方面來說，濱岸水下平原均衡剖面具有兩個基准或兩個基面：上部的基准是水盆水准面；下部的基准是水粒波浪运动下界处的等深綫。

海蝕-堆積水准面及地壳运动 海洋海蝕作用學說的創始人之一李希霍芬及卡尔宾斯基都會非常正确地推断：如果海水準面不升高，則海蝕作用不可能无限制地在寬度方面擴展。海蝕海岸不可能毫无止境地向陸地深处移动。当波浪進入越來越寬的淺水区时，就逐渐丧失了自己的能，海蝕堆積平原的擴展过程亦將随之而逐渐中止。因此，某一定的水下平原的終極寬度与水下平原的極小的傾斜就可能形成。在此之后，水下平原進一步的地貌演化即中止。这个平原將具有均衡剖面。依照菲利浦遜的命名，这就是海蝕終極剖面(профиль абразионной терминанты)。

卡尔宾斯基和李希霍芬的見解是完全正确的，并且是以承認緩斜上升的平原剖面为基礎的。而約翰遜則与之相反，他認為海蝕台地是水平的，它的深度限于200公尺等基綫內，因此，就是在海水準面固定不变时，大陸也会完全被切割到上述等基綫的水准面处。

約翰遜的見解是不正确的，海蝕-堆積平原是有界限的，因为它的剖面不是水平的，而是緩斜地向海水準面升昂的。依照曾科維奇的估計，在水盆水准面固定不变时，台地的最大可能擴展量不会超过300公里。

海水準面的变化是更加有意义的。海水準面的上升是一个补充因素，能对水下平原的擴展傳送补充的推动力。如果我們估計到后述这个因素，那么从理論上講，海蝕-堆積平原的擴展实际上是可以达到无限大的規模的。

在这里，海進的机理可能是各种各样的(見上)。地壳升降运动具

有極大的意義，如我們在上一節所談的，它是水盆準面變動的主要因素。所以，大的海蝕-堆積平原的形成一定需要兩種因素的結合：海蝕堆積作用與地殼升降運動。

3. 結論

如我們現在所見到的：海的磨蝕作用和海的堆積作用，在海進條件下，可能形成寬廣而微呈波形起伏的傾斜的地域。這個作用的發展在本質上與河流侵蝕作用和剝蝕作用完全兩樣，所以要想比較它們的數量上的作用是不一定可能的，並且也不一定是適當的。

以後，當學者學會了區別這兩種準平原類型的時候，就能夠斷定上述每種作用所據地域的面積了。現在我們所應指出的只是：海蝕堆積面的意義顯然是估計得不夠的。後者在陸地上所占面積無疑地是不小的。

海蝕堆積面的研究對於研究地殼升降運動具有無可估量的重要性。海岸線及由海岸線發展而成的海蝕堆積準面，在自己生成的時候，或者和海面相適應，或者與海面（海蝕堆積準面）有微小的差異。所以，海蝕堆積準面進一步變形的幅度與形態可以說是完全依據對這種準面的研究而確定的。

海蝕堆積準面的地形直接記錄了地殼升降運動對於地球表面形態的作用。海蝕堆積準面的這個特點我已不止一次地在上面提到過。從一般的理論觀點來說，研究海蝕堆積準面這個記錄了內力和外力相互作用的地形表面的重要意義也就在此。

說到這裡，我們不能不談一談下述卡爾賓斯基的見解：“換句話說，我們用不着擔心有什么大的錯誤，而可以認為古俄羅斯海盆的海岸線是曾位於零度水平面或在零度等高線上的”（第77頁）。

正是海岸線及海蝕堆積準面的這種原始特點，對於研究因地殼升降運動而生的地形發展的地貌學者，是具有極端重要意義的。

我們嘗試從兩個方面來闡述海蝕-堆積準面——一個是地殼升降運動的消極的反映（見“水盆準面與地球地形的變化”），一個是海蝕作用與海洋堆積作用對於地球表面的積極的改造（見“海蝕堆積

水准面”）。

在結束这一章的时候，我願意再特別指出一点，就是這一章可以說是从第二篇中的論題到第三篇中論題的過渡，也就是從研究內力因素的地貌表現到研究外力因素的地貌表現的过程。

第八章 剝蝕水準面

我們已經得出了結論，認為了解海蝕堆積水準面對於解決地貌科學的基本問題有重大的意義。這個結論是由以下兩種情況而得出的，即（1）海蝕堆積因素是改變地形的一個強力因素，（2）海蝕堆積水準面是在與海洋水準面非常密切的關係下形成的，因此，這個水準面變形的幅度與特點可以直接從它的高度與形態上看出來。

現在我們必須再來分析一下侵蝕堆積水準面或剝蝕水準面。依照我個人的看法，它是準平原的同義字。但是我不願意用準平原這個名稱來作標題，因為關於準平原這個術語有許多相當混亂的觀念。本章分為兩部分。前一部分分析剝蝕水準面的縱剖面之形成。後一部分探討準平原問題。

1. 河流縱剖面

海蝕-堆積水準面的剖面也就是這個水準面的均衡剖面（見第二章）。剝蝕水準面也完全可以看作一個相當成熟的表面，而其剖面也就是剝蝕水準面的均衡剖面。下面幾頁的主要內容就是對侵蝕均衡剖面問題的闡述。

這樣提問題的方法是和本書所採取的敘述法是相適合的。這種方法就是分析其方向與地球表面垂直的內外力作用相互對抗的情況。依據這樣的觀點，最好把侵蝕作用在垂直方向的形成物看作剝蝕水準面的垂直剖面，這種垂直剖面就是河流的均衡剖面。

現在我必須再把注意力放到河流均衡剖面的主要（不是一切的）

概念这一方面來。关于它的概念从產生之日算起已在三百年以上。

問題的歷史 关于均衡剖面的概念是由文藝复兴时期的意大利水力学者引用到科学界來的。在他們中間最早提出这个概念的就是伽利略及顧格列爾，他們曾經断定了河床縱剖面呈凹形的特性。

顧格列爾在1597年提出了河床的五条規律，其中第一条是：水流通过侵蝕作用与冲積物的沉積作用改变河床的外形，一直到力与阻力之間形成了均衡状态时为止。第五条則断定：水流竭力給予河床以凹形曲線的形态。

休列爾在1841年也得出了同样的結論。他談到了河流的終極剖面，在終極剖面的情况下，就形成了均衡状态。此时河流虽然仍能搬运坚硬冲積物，但是已无力加深自己的河床。

关于均衡剖面的概念是瑞士的学者多斯(Досс)在1872年所确定的，而关于侵蝕基准面的概念則是保維尔在1875年所确定的。所以，关于河流縱剖面學說的具体形成已有了將近70年的歷史。

以后，这些概念主要为菲利浦遜、阿·彭克及赫特納所訂正。南斯拉夫的地理学者約凡諾維奇曾对于河流剖面做了广泛的研究。苏联学者也做了很多有价值的补充。

基本概念 依照多斯的見解，河流剖面的变化一直繼續到侵蝕力量减弱，以致与河床的阻力相等的时候。多斯把这个剖面形态叫做終極形态，或均衡形态。

三年以后(1857年)，保維尔把实际上不再低降的这种河流剖面叫做基准面(базисный уровень)。

“我們可以，——保維尔在他的書中說，——把海水准面看做总基准面，在此之下，陸地的侵蝕作用就不可能進行；不过，我們也可以見到許多其他的侵蝕基准面，这就是主流底部的水准面，这些主流冲走了侵蝕作用的產物……我所說的基准面，实际上是一个想象的表面，它的各个地段微微地倾向流貫于該地区的下端，越过这个地区之后，这个水准面就擴展了，它的斜面也改为朝着支流所决定的方向……在水流切过时而为坚硬岩石組成，时而为鬆軟岩石組成的地方，坚硬的岩石就構成了一系列暫時的堤坝，……这样，我們就看到了一系列的侵蝕基准面。在这个面之下，河流兩旁的岩石……是不会被冲刷

的”（1875年，第203—204頁）。

戴維斯曾經正确地指出：保維爾所理解的侵蝕基准面这个名詞具有三方面的意義——海水準面、某一終極的侵蝕面以及和地方侵蝕基准面相一致的平面。

在此之后，就是另一个时期了，此时主要是德國的学者——菲利浦遜、阿·彭克及赫特納等在訂正关于河流剖面的問題。

菲利浦遜在1887年寫道：河流只有在一定的时期以前，即在它沒有形成作为“侵蝕終極”的均衡剖面时，才能完成垂直侵蝕。侵蝕終極剖面的形成是河流侵蝕的最后目的。在此以后，河流侵蝕就不在起作用，而河流剖面以后也就不再發生变化了。菲利浦遜的这种見解以后被学者摒棄了。还在較早的时期，从伽利略的时候起，学者就已認為：在侵蝕循环末期的河流侵蝕作用虽然逐渐减弱，但是，在河流的坡降尚未降低到河流流动能力范围以內时侵蝕作用并不完全中止。可是菲利浦遜所確定的却是另外一种情况，他說：

“最后，达于一个水准面，在这个水准面上，單位時間內的研磨作用（指河底的——馬爾科夫）是如此之小，以致于我們可以完全把它們忽略不計………从理論上來說，如果侵蝕作用是永远不会到达停息状态，那么，在实际上我們是可以談到侵蝕作用中止的水准面的。在这个水准面上，在无限長的时期中，侵蝕作用只能冲蝕掉无限小的質体”（指岩石——馬爾科夫，見71頁）。

从上面所引用的这一段話可以看出：菲利浦遜对于侵蝕終極的理解并沒有給予極其原則性的意義。这一点他自己也已經說明了。但是在这种情况下，在純理論性的文章中，毫无必要地出現了双重的說法。这样它在以后就一定会引起，而实际上已經引起了对于侵蝕現象了解的种种混乱。

第二个不能使人滿意的菲利浦遜的論斷，是認為河流均衡曲綫是有規律的数学的形态。他寫道：“虽然曲綫在数学上还没有确定，不过达到这个目的并不是不可能的（75頁）。然而，非常明顯的是，均衡曲綫总是（在不同程度上）具有不正規及无規律的形态，因为它は很多种因素的总合表現，而在这些因素中，有很多种因素都并不服从于任何数字上的依从关系，譬如：河流基岩河床的複雜構造，支流的

疏密及水量等。

菲利浦遜徒然地引証了瑞士工程师科菲尔的計算，科菲尔曾經確定（！）萊因河均衡剖面曲綫的半徑長度为 700 公里。

菲利浦遜倒是正确地并且很好地分析了河流縱剖面曲折的不均衡現象。他很正确地指出：这种形态决定于岩石硬度的变化，主流的支流的特性，主流流量向下游的变化等以及其他很多的因素。因此，均衡剖面可能是凹形的，也可能是凸形的，并且总是呈某种階梯狀——多階狀。不过在这一論斷上，菲利浦遜就和他認為剖面曲綫具有数学形态的論斷相矛盾了。这就是我們对于菲利浦遜觀點的一些意見。

主要的批評都是对于侵蝕終極而發出的。甚至在“剖面角”变平了以后，河流还在繼續着加深的作用，所以也就改变着自己的剖面。

阿·彭克在1889年寫了以下見解：

“近年來，認為河谷是流水的形成物的觀點又變得牢固了。在很多地質学者都相信河谷为断層与裂縫所構成的时候，这种觀點又为水力工程学所提出；有許多关于水流侵蝕作用的富有成效的觀察刊載在工程雜志上”（第91頁）。

“河流均衡水准面与最終的侵蝕曲綫并不一致，这种曲綫并不是侵蝕終極。侵蝕終極只有在水的力量非常微小，以致不能進行侵蝕作用及搬运作用的时候才能到达”（第94頁）。

河流的动力消耗在內部及外部的阻力上。外部的阻力尤其大，它几乎把坡降小于 4 % (每 1 公里 4 公尺) 的河流能量完全消耗了，所以：

“如果有条一公尺深的河流自 中亞細亞流到最近的海岸去，那么这条河流必須在其長達2500公里的流程中降低10000公尺，这样才能進行顯著的侵蝕作用”。

“实际上，就是剖面坡降極小的河流也是在進行着侵蝕作用的，虽然它（指侵蝕作用——馬尔科夫）只是在个别的地点進行。但它们的剖面也不是侵蝕終極。后者只有在坡降减少到使河流連最細小的物質都不能搬运的时候才能到达。我們这里所說的坡降只是15—10公尺，甚至还少一些。所以，只要河流工作得相当長久，就会把大陸内部几乎冲刷到海水準面那么低”（第97頁）。

河床是剝蝕作用的地方基准面。剝蝕作用是坡降最小的支流所進行的，所有达于侵蝕極限的地域“一般說來……都是均夷了的海拔在

50公尺以內的地方”。

同样的見解非常明顯地叙述在“地表形态学”上：“如果坡降达于正常状态（指均衡的——馬尔科夫），那么这决不是意味着河流作用的停頓”。侵蝕作用進行着，一直到形成了“具有最小的坡降时，这个曲綫应称为河流作用的終極目的”（卷1,327—328頁）。

現在必須說明：菲利浦遜和彭克兩人觀點的实际區別究竟在什么地方？

菲利浦遜把这个过程叙述成：河流的侵蝕作用很快地把自己縱剖面上的不平处夷平，以后形成了侵蝕終極。侵蝕終極——這是一条均匀而坡降甚大的曲綫。不过菲利浦遜認為：曲綫不会再進一步变平。而彭克却与之相反，他認為在达到均匀的形态以后，河流剖面仍繼續低降，直到坡度变得極小时为止。

必須指出，這兩位地理学者都認為河流均衡剖面是这样生成的，即河流發生了后退的侵蝕（溯源侵蝕）作用，这种侵蝕作用侵奪了一段又一段的新河流剖面，逐漸从河口逆向前進。

赫特納反駁了上述的觀點。他認為河流剖面的發展并不是从哪一点（河口）起始的，而是在整个剖面中發展着，他寫道：“要知道，河流所侵蝕的都是那些地表面坡度大于均衡剖面坡度的地方。因为在均衡剖面坡度条件下，河水的水量剛好只能搬运河底的或从兩側帶來的冲積物”（見第34頁）。

以上就是关于河流剖面演化的基本觀念。現在再特別提出一些重要的問題如下：

1.所有的学者顯然都同意于这一点，就是随着时间的進展，河流既通过河底的侵蝕，同时也通过河谷底部的冲積物堆積，而形成了比較均匀的或均夷的河床垂直縱剖面，均夷剖面的形成——這可以說是侵蝕學說中被公認各点中的一个。

2.有些学者認為：河流的均匀的剖面就是終極剖面，亦即河流的侵蝕終極（菲利浦遜）。而学者更多的另外一派則認為：在均夷剖面形成之后，河流仍在繼續逐漸地降低它。根据这个观点，我們可以分出兩個概念：（1）河流的均夷（正常的）剖面及（2）河流的終極

剖面。

3. 在談到河流均衡剖面时，很多学者都認為在“力”（水量及其流速）与“阻力”（冲積物的数量与顆粒大小）之間有一定的均勢，在达到这种均勢后，河流就中止了它对基岩河床的磨蝕。由于学者觀点的分歧，上述的均勢状态或是被归为河流的常态剖面，或是被归为河流的終極剖面。

4. 兩种不同的觀点也表現在这个問題上，即：河流均衡剖面是怎样形成的？是自下游向上，从河口开始呢，还是在它的整个剖面中進行？（彭克、菲利浦遜及保維爾——赫特納）。

在这里必須指出均衡剖面概念中的一个錯誤見解。均衡剖面和任何数学上的曲綫都是不一致的，它尤其不会形成抛物綫，虽然均衡剖面特別在溫帶气候条件下常常是很象抛物綫，最好是說它常常象均匀的凹形曲綫，但这种形态并不是一成不变的。均衡曲綫的基本特点就是它保証了“力与阻力之間”的均勢。也正是因为这个原故，均衡曲綫在它的不同段落有着不同的坡度和不同的形态。均衡剖面也可能具有凸起的形态。要知道河流的流量、流速、冲積物数量以及冲積物的顆粒大小等在河流的流程中都是会变化的，而且它們从屬於不同的規律，所以它們在河流中的不同的地点就產生了不同的結合。

在第二次世界大战以前不久出版的法國大地圖冊(*Atlas de France*)中發表了法國各大河的縱剖面圖，地貌学者克洛傑(Клозье)对于这些剖面曾經作了分析和說明。主要的就是坡度的不均匀以及剖面上的坡折。但尽管如此，这些剖面仍是均衡剖面，因为正是剖面的这种不均匀才保証了冲積物的逐渐运动和河床的加深。有的时候，坡折能因剖面的傾斜减小而產生，这是指在巨大的支流注入以后，河流水量突然增加，并且能夠在河床傾斜較小的情况下搬运冲積物时產生的。有的时候則与此相反，支流比主流的水量还要多一些，因而具有比主流还要平緩一些的剖面(伊翁河及塞納河)。有些地方，当支流注入主流以后，河流得到了較陡的坡降——这只是在支流把很多懸浮物質帶入主流(如加隆河及其支流聶斯特河)的情况下產生的。

所以，均衡剖面可能有不均匀的傾斜，可能是階梯狀的，可能是

多坡折的等等（甚至是凸形的）。當我們發現了古河階地剖面有不規則的形态时，我們决不能馬上作出階地坡面以及地壳上相关地段是受到后来的（構造的）歪曲的結論。我們必須在每一个具体情况下認真地分析階地剖面，而后斷定：哪些曲折对于該河均衡剖面來說是正常的，哪些曲折（它們是不是普遍的）是反映了以后的地壳运动的。可以指出傑爾吉的著作作为这种研究的例子。这部著作分析了維傑爾河与易北河上游河的階地。这部著作的作者在当时必须分析关于这些階地形成的二十八种不同的假說，首先能夠斷定的是：上述河流的階地可以分为兩個系統——“構造以前的”和“構造以后的”，并且前者相对于后者言是变动了的。只有傑爾吉的非常嚴謹而審慎的資料才使他能对那些階地下了一个定义，認為它們是“構造运动的真正气压計”。

勒耶·霍尔頓所進行的关于河流侵蝕問題的最新研究，在很多方面都是很重要的。他的研究把美國學派的根本特点——他的演繹法——和侵蝕現象在数学上的定量分析結合了起来。当然，这样的結合是很有發展希望的。

不过，我們可以看到，对我们說來是主要的霍尔頓的結論——把侵蝕剝蝕水准面的剖面視為凹形拋物綫（基面）——是主要的，在本質上並沒有改变上面所說的原理。

在苏联，Г.И.哥列茨基曾在战争期間对很多条河流的縱剖面作了研究。他沿河向下在將近 600 公里的距离內追溯了楚索瓦雅河的現代縱剖面和它的階地，并且得出結論說：楚索瓦雅河縱剖面的傾斜虽然有曲折的現象，但（在最近20,000年期間）它終究不是在造山运动或造陸运动的参与下形成的。甚至于在楚索瓦雅河橫切地質構造走向的地方（烏發列依山脊，奇爾基善山垣），也看不出造山运动或造陸运动的反映。

楚索瓦雅河縱剖面的变化是由于其他原因的作用，这就是：楚索瓦雅河的巨大支流的影响，大河曲的影响，河流所切过的岩層產狀的差異，洪水的地方性迴水等等。

楚索瓦雅河的階地剖面沿河往下發生了分歧，这是由于楚索瓦雅河的侵蝕基准——卡馬河（卡馬河的下切）的水准面——降低的原

故。这种下切的累計數字为15.5公尺，在最近20000年間为2.4公尺，这就使侵蝕基准在每100年內降低了1.2公分。

侵蝕基准 我們附帶一定的条件認為，河流的基准就是它和海水准面相接之点，我們称这个基准为河流侵蝕的下基准①。

既然在所有一切河流中都毫无例外地可以看到：河底在河流注入大洋或大海之点以上很远的地方即已沉降到海洋水准面以下，那我們是否應該把哪里算做河流的侵蝕基准？这个尚未闡明的問題曾經在苏联論述伏尔加河縱剖面特点的文献中引起了爭論（普拉沃斯拉夫列夫、尼古拉耶夫及波略科夫），因为伏尔加河的縱剖面就是具有上述特点的。

罗尼河的河床在距河口65公里的地方就已經沉降到海水准面以下了，而加隆河的河床則在距河口180公里的地方沉降到海水准面以下。

克洛傑提議把河流中河水的动力停息、为海浪作用动力所代，并且漲潮和退潮海流占优势的那一点称为侵蝕基准。譬如，从这个观点出發，法國几条河流的三角港頂端就高于河流本身的侵蝕基准。

从同一观点出發，侵蝕基准的位置將随時間而变化，甚至于会在該地段地壳及洋水准面（海水准面）都未变动的时候發生变化。譬如，在河流的水量比較增多的时候（或者由于气候的变化，或者由于人为的措施），河流的动态会在三角港及海灣深处的很大距离內保存着，而河流的平均坡度就減少了。侵蝕基准的位置也会因松散冲積物的堆積程度和搬运程度而变化。对于法國河流的三角港，这种現象可能引起侵蝕基准發生高达30公尺的变化。

巴申談得更加深入。他是这样說的：世人通常都把海水准面看做侵蝕作用的下界，称为侵蝕基准。但是有一个事实却与之相矛盾，即：所有注入海洋的大河，其河床底部在靠近河口处比海水准面还要深一些。在水中还是有水流的时候，它就能進行侵蝕作用，甚至于在海底也可能有水流的侵蝕作用發生。自然，我們是不知道侵蝕作用的下界的，但是我們并沒有理由來推斷，說侵蝕基准就是海水准面的表

①在这里我們不采用这样的定义，譬如主要基准，甚至于絕對的侵蝕基准。

面。“一定要把河底的最深部分看做下侵蝕基准，才是最可靠的”。

由此可見，關於河流侵蝕基准的問題顯然是很複雜的。我們應該：首先劃分出一個靠近河口的、作為河流侵蝕作用的下部基准的點。這個點的位置，就像我們在上面所看到的那樣，可能是很不固定的。然後我們應當區劃出來地方侵蝕基准。和上面所看到的一樣，地方侵蝕基准是河流均衡剖面的有機組成部分，而並不是尚未形成的河流剖面的特徵。

苏联学者的工作 П. А. 普拉沃斯拉夫列夫注意到：伏爾加河底沉降到洋水準面以下64公尺，或者換句話說，它是位於里海水準面以下38公尺。這就使人感到，伏爾加河谷在下游地方是被淹沒了的。普拉沃斯拉夫列夫正是這樣理解上述的情形。它寫道：“伏爾加河的河床是在侵蝕基准（即里海水準面）較低的情況下形成的。然而 Н. И. 尼古拉耶夫與 Б. В. 波略科夫曾經以批判的态度研討了這個看法（這恰好是地貌學者與水力學者力量的很好的結合）。他們指出：類似這樣的河谷河口的“淹沒”現象在自然界中分布很廣，並且出現在地殼上不同發展地段上的河流里。上述現象可以在法國（見上）和英國的很多河流中看到；並且也可以在頓河、烏拉爾河、捷列克河、錫爾河、阿姆河等處見到。

應該注意的是：伏爾加河沉積了大量的淤積層，這些淤積層足以填滿伏爾加河水流在41.5年中所加深了的地段，也就是說，在這樣一個時期中水流所加深的地段，顯然不能由地殼拗陷作用所成。促使我們想到其剖面不均衡性的伏爾加河剖面的曲折却正可以很自然地用均衡狀態來解釋。或者就像上述兩位作者所說的，“這些縱剖面外形上的特點主要是由於水文動態而生成的，它們和水文動態完全一致”（第259頁）。

上面曾簡單地提到過的第二個例子說明了河流地方侵蝕基准的研究。

Г. И. 哥列茨基曾經研究了楚索瓦雅河的剖面，並且確定出下列的楚索瓦雅河剖面坡度的大小。

在看過坡度數字之後可以知道：在表現為凹曲線的、坡度逐漸向

編 号	各段落起点与終点的名称	各段落終点 到河口的距离(公里)	坡 度 每公里的公尺数
1	列夫申諾鎮——水泥工場	35.0	0.069
2	沙拉施河	82.5	0.103
3	布尔松河	177.5	0.184
4	楚索沃依城	192.5	0.363
5	庫美什河	257.5	0.394
6	塞勒維查河	290.0	0.392
7	吉姆尼亞克村	315.0	0.354
8	別爾米亞科沃村	367.5	0.367
9	蘇列姆村	421.5	0.505
10	傑米多瓦——烏特卡村	506.0	0.433
11	庫津諾村	553.5	0.313
12	第565公里处(志留紀露头的边界)	565.0	0.385
13	列夫達河	623.0	0.393

下游減低的情况下，可以看到兩次坡度遽減的情形。这就是 565 公里以下及 421.5 公里以下的地方。剖面上的这些坡折就是楚索瓦雅河的地方侵蝕基准。在这里及其他地方的坡度变化的原因是：（1）基岩成分的岩性更替——在岩石易受冲刷的地帶剖面的坡度就減小；（2）楚索瓦雅河支流的影响；（3）大的河曲；（4）河流切过不同走向及傾向的岩層。Г.И.哥列茨基一共区分出來八种造成楚索瓦雅河剖面曲折，亦即地方侵蝕基准的原因。

因为地方侵蝕基准是多种多样的，所以最好依照形成它們的因素來分类，同时还需要注意的是：地方侵蝕基准时常就是河流本身所造成的。河流本身所造成的、位于水流中同一地点的梯級就是这种地方侵蝕基准。

根据以上所說各点可以得出結論：这就是我們在解釋河流縱剖面上各种曲折是地壳垂直运动的結果时，应当如何地謹慎与深思熟慮。在很多場合下，不必假定有这类运动就可以解釋上述現象。

其次，还有一种情况也是很重要的，这就是河流的下侵蝕基准并不能决定整个河谷中的具体侵蝕过程。侵蝕作用决定于河流的坡度、水量、冲積物的性質、河床对于冲刷作用的抵抗力等。总而言之一句

話，決定於約制河床中某一具體地點及與之相近的上下游地點處之作用的各種因素。河流的下侵蝕基準只有當它具有這樣的能力，即成為一個再低河流即不能再加深的水準面時才是河流的基準。但是，因為我們接觸到的幾乎常常是坡度相當大的河流，所以河流的主侵蝕基準的作用實際上是空幻而不可捉摸的。

B. A. 傑明齊耶夫指出：地殼運動在河谷坡面及其階地的發展中起著主要的作用，因為它加大或減少了河床的坡度。由於地殼運動或其他原因所造成的侵蝕基準的下降，有時能引起侵蝕作用，有時在河谷下游段落引起了堆積作用。

П. С. 馬凱耶夫也是完全正確的，他懷疑：侵蝕基準的變動是不是會影響河流剖面的變化。

C. П. 約凡諾維奇的概念 南斯拉夫地理學者 C. П. 約凡諾維奇作了關於河流縱剖面的巨大研究。他的研究是複雜的，其結論是有意義的，但在很多方面還是在爭論中的，他所做的研究值得我們來專門地討論一下。

約凡諾維奇著作的編者馬東曾經特別地提到這一點，他說：“約凡諾維奇的著作對於河流縱剖面作了最透徹的研究”（見第五篇）。作者也同樣地認為：他已解決了重大的問題。

約凡諾維奇寫道：“這部著作乃是探索分析和比較河流縱剖面的方法的一個嘗試，這種新方法可以使我們更深入地研究河流縱剖面的形態與成因，並從而也使這些方法本身尽可能地變得最精確”。

“……我闡述了河流侵蝕作用與河流縱剖面演化的某些原則，這些原則開闢了新的遠景，並迫使我們修正那些到現在為止我們還在同意的觀念與原則”（見第九篇）。

“但是我們感到：到目前為止它們並沒有得到足夠的重視。對於河流縱剖面的描繪常常是粗略的，對它們形態的闡述也是很浮淺的。有些論點則是根據大家都曉得的河流侵蝕的原則而得出的”（見第一頁）。

依照作者的見解，剖面的形態表現了很多種因素的影響：(1) 河水逕流；(2) 侵蝕基準的位置；(3) 地質構造；(4) 植物；(5) 時間。

成因分析的目的，就是要確定在剖面特點的形成過程中上述各因素所起作用的比例，並且用數量把它們表示出來。解決這個問題的辦

法就是逐一地循序分析每种因素所起的作用。

必須确定：在逕流这样一种因素（作者称为主要因素的）的影响下所形成的剖面形态会是什么样的。把这样的剖面描绘出来，再和河流的实际剖面比較一下，我們就可以断定这种剖面差異的程度。分析了剖面的真实差異能使我們判明：这些差異在什么样的程度內决定于哪些因素。

可見，作者的方法就是分析法，是揭示复雜的依賴关系的常用方法。

首先必須从逕流分析起，因为河流均衡剖面有这样的特点即“如果逕流在无限期間內一向單独地起着作用，而在这个期間，其他因素不起作用，或者所起的作用在整个剖面中都一样微小的話”，那么剖面的形态就会和水流的情况相一致并从而形成。“所以，均衡剖面是与水流作用相一致的 (*sera tout a fait conforme*)”。

作者以帕尔德的經驗公式和許多其他公式确定了逕流的大小（第42頁）。在这里我只想提出一点，就是：他的計算法是很麻烦的——必須先算出很多地点的沉積物数量、逕流系数，以及必須知道流域的面積等。作者以二十多頁的篇幅叙述了这些要点，为的是要得出确定逕流数值与河流剖面坡度之間数量关系的公式，这些数值間充分的相互依賴关系被認為是由于“剖面是一种均衡剖面”这个特点（見上）。作者搜集很多的經驗公式。我觉得：由于公式具有經驗主义的性質，就使得它們不能适用于各种不同的地区。那些普遍的依从关系是否可以用它們來做根据呢？作者所选出的某些数字是很随便的。由于作者的“長年而艰苦的”工作（用約凡諾維奇自己的話來說），作者編制了一幅表，这幅表表明了在某一抽象情况下因逕流大小而变化的、均衡剖面的坡度。从这个表可以看出：均衡剖面的坡度会随着逕流增大的程度而减少。如果逕流量为每秒 0.1 立方公尺时，均衡剖面的坡度約为 0.000035，那么在逕流量为每秒 2000 立方公尺时，坡度就会减少为 0.00000027。这就是理想絕對均衡面。

譬如：瓦尔达尔河在河口的流量約为每秒 157 立方公尺，而在距河口 0.1 公尺的地方，流量为每秒 154.8 立方公尺，因此，在上述地段

中間，平均流量約为每秒 155.9 立方公尺。依照圖表，可以很容易地找到在該种流量下的理想均衡剖面的坡度約为 $\frac{0.1318}{10^6}$ 。①

找出瓦尔达尔河这一段落真正的剖面坡度与理想的均衡剖面坡度之間的差異，就是進一步的成因分析的任务。这两个剖面的比較就是比較几个特別的指标（“高度”，“坡度”，“面積”）。此时，理想均衡剖面作为基本剖面，其指数为 1。

所有的資料并不与任意选出的基本單位有关系，而是与这个絕對的基本單位有关系。作者在第三幅表中指出了三条南斯拉夫河流——瓦尔达尔河、齐莫克河与莫拉瓦河——剖面中的这些数值。在比較上列数值之后，作者做出了重要的結論：（1）这三条河的剖面都不是理想均衡剖面；（2）这三条河的剖面都和理想均衡剖面相似。

作者然后作了这样的論述：在剖面坡度較大的地方，也就是說，在水流速度較大的地方，侵蝕作用進行的比較快；剖面的弯曲部分会被河流磨蝕，因此剖面坡度將会弄得比較一致，并在个别的地点会表現为相同的高度指标。这就是說：我們这里所說的剖面变成了和理想均衡剖面相似的均衡剖面。

冲刷產物的向下游搬运会使坡面漸趋平坦，因此而生的侵蝕作用的減緩也就發生在水流坡度通常較小的那些地方。

約凡諾維奇以瓦尔达尔河为例，描述了成因分析的过程。

首先應該画出只决定于逕流大小的理論剖面。这种剖面應該和理想均衡剖面相似。它可以称为逕流剖面。将这个剖面和河流的真正剖面比較。确定它們的相似程度。相似程度用兩個剖面相应之点的高度比例來表示。理想的比例为 1。而在瓦尔达尔河，这个数字变动于 0.750 至 1.540 之間，也就是說，它变动于 -0.25% 至 +54% 的范围内，而十个地点的平均数为自 +18.9% 至 -10.1%；最后，在所有剖面的平均數中，相似程度（конкордантность）为 +85%。这就是說，剖面的形态主要是决定于逕流。而兩個剖面的差異則决定于其他的——地貌

①因为坡度很小，所以为了方便起見，作者在所有的地方都用这样的方法來表示。

的——因素：地質構造、構造运动、气候变化等。

作者某些有意义的意見牽涉到气候变化对于逕流、河流襲夺和对于河流切入另外一种成分之岩石（透水岩石等）的影响。

逕流的增大使剖面凹度較小而平展，而逕流的减小会造成凹度較大的剖面。如果逕流的变化是由于气候变化而引起的，那么这种变化在整个河流中都会被我們覺察出來，并且可以同只表現在剖面中一定地段的其他因素，如河流襲夺等的影响区别开。如果一条河流襲夺了其鄰河的上游。我們假定它的逕流量在襲夺地点为每秒 0.5 立方公尺，在河口为每秒 140 立方公尺。“被襲夺了”的上游具有每秒 4 立方公尺的逕流量。此时我們这条河的流量就会相应地增大到每秒 4.5 立方公尺及每秒 144 立方公尺。这个計算表明：适应于新的逕流条件的均衡剖面会在上游具有减少为原來的 均衡剖面 $\frac{10}{57}$ 的坡面，在下半段具有减少为原來均衡剖面 $\frac{1000}{1025}$ 的坡面。

約凡諾維奇所采取的基本概念是：

首先，他談到絕對理想均衡剖面——一种抽象的概念。这是一个剖面，它的形态只决定于逕流，并且和逕流的条件相适应。絕對理想剖面是为某一抽象范围內的点而定出的。每一个循序而下的点都与：(1)逕流量的增大及(2)剖面坡度角的减小相一致。点的数量相当多，这是为了在分析主要的具体情况时我們可以像查对数表一样，找出我們所需要的逕流数值及与之有关的剖面坡度数值。上面所說的也就是“絕對理想剖面”这个名詞的涵义——它是解决具体情况的根据①。

第二个概念——理想均衡剖面（与絕對理想均衡剖面不同）。这个剖面是和第一种剖面完全一样地定出来的。不过，和第一种剖面不同的就是这种剖面是由該河某些具体地点的逕流数值而作出的。要想定出这种剖面，必須掌握关于水流量及剖面傾角的材料。

計算絕對理想剖面的意义在于：沒有它就不能定出理想剖面。决定理想剖面的目的在于：用它來对比河流的具体剖面，以便决定河中

①在約凡諾維奇所著的書中，根据絕對理想剖面可以算出84种逕流数值——自每秒 0.1 立方公尺至每秒 2000 立方公尺。

的侵蝕作用还有多大。

其次一个概念就是逕流剖面。这是一个剖面，其形态也决定于逕流条件，不过只限于一定的时间片段之内。它还没有来得及变成均衡剖面。这种剖面上，由于地質構造复雜以及地区的構造运动等而生成的剖面之不規則性已被“保留”下來了。

不过均衡剖面是在逕流及使其形态复雜化的地質構造影响下被塑制而成的。这样的剖面叫做近似均衡剖面——这是第四种剖面类型。

这样，順序往下的每一个剖面就指出了数量更多的因素之間的相互关系。

最后，第五个剖面——真正的、現代的河流剖面。

从上面所說的各点可以明顯地看出：作者描绘河流剖面演变时，似乎是把河流分作两个阶段；最初，河流磨去了与逕流所成之因素有关的剖面上所有小的曲折不平；然后已經取得均匀曲綫形态的河流剖面就逐渐降低，近于理想剖面。因此，具体的剖面可能在某种程度上獲得了与逕流剖面相似的地方。这两种剖面的相似程度，在比較了它们的高度指标或“相似性系数”之差別以后，可以用数字表示出來。

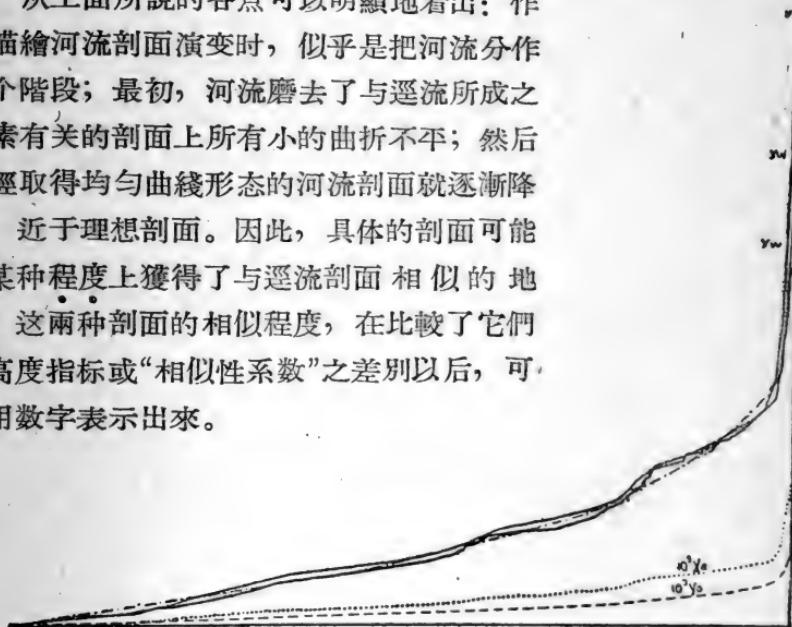


圖 29. 約凡諾維奇所画的瓦尔达尔河的縱剖面

y_0 —理想均衡剖面； y_{10} —逕流剖面； y_e —近似均衡剖面； y_m —相似剖面；
 y —真正的現代的剖面。圖中垂直比例尺加大了200倍，而逕流剖面与相似剖面的比例尺加大了200,000倍

現在就举一个具体的例子（圖29）。

在瓦尔达尔河，相似性系数变动于0.750至1.540这个范围内。也就是說，突

际剖面有时位于逕流剖面之下，有时位于逕流剖面之上，这些差于逕流剖面高度的差異現象是在 $+0.54$ （或 $+54\%$ ）至 -0.25 （或 -25% ）这个范围内变动着的；正向的平均差異为 18.9% ，負向的平均差異是 -10.1% 。总起來說，兩個剖面的“相似性的程度”（平行度）約為 85% 。

这就是說，現代的瓦爾达尔河剖面形态，主要（有 85% ）是决定于逕流条件的。像地質構造等这些因素在現代的瓦爾达尔河剖面中顯現得很微弱；它們的影响在瓦爾达尔河剖面的演变过程中可能已是过去的事。兩個剖面上其余的 15% 的差異反映了逕流所造成的其他地貌因素所占的比重。分析的最后結果是定量地确定下列各因素的作用，如：地質構造、構造运动、逕流量的变化（譬如河流襲奪所造成的結果）、植被等。在做完以上各項工作之后，我們应当尽力了解上述各因素的作用及这些因素作用所形成的河流实际剖面与逕流剖面之間差異的总和；然后了解表現在逕流剖面形态与理想均衡剖面形态上的時間因素所起的作用。

約凡諾維奇的主要見解就是这样。其進步之点就是确定关于河流剖面这个概念的堅強意志。某些概念无疑地是有意义的，譬如：河流的真正的剖面、逕流剖面、理想均衡剖面等。还有他的从数量上來比較剖面的企圖也是值得我們拥护的。約凡諾維奇所提出來的、以圖表來比較剖面的新方法是很有意义的。作者在書末对于各种不同的均衡剖面的解釋做了清楚而精确的評价，此外并且很正确地把“正常”剖面評論为形成河流終極剖面的一个阶段，另外还否認了河流下侵蝕基准的重大作用。

以上所說的都是研究中的富有意义的特点。不过作者并未見得找到以数量來描述河流剖面特征的途徑。虽然將現代的及未來的理想河流剖面作了比較，他未必能夠找到預睹河流未來的方法。用來和真正的剖面对比的，都是从經驗公式計算出來的一組其他剖面，而这些經驗公式又并不能用來作为確定概括（綜和的）剖面形态的基礎。

河床作用与河流剖面 我們可以很容易地确信：有兩种关于河流均衡剖面概念的研究方法，——一个是关于剖面形态的經驗的材料，一个是純粹的演繹法。美國人在他們的著作中几乎都是遵循着第二种方法；比起美國学者來，苏联、法國和德國的学者大多屬於經驗論者。

关于河流均衡剖面的學說有很多是來自工程学中的。早在文藝復

兴时期的偉大工程—水利学者就已具有这种特点了。不过它是在十九、二十世紀法國学者的著作中以及与我國河道系統的巨大改造工作有关的苏联学者的著作中才被人們感覺到的。河流水文学一定能以在河流均衡剖面形成的基础之上对作用的理解來丰富地貌学。地貌学者如果独断独行的話，那就不得不只局限于推断工作上。兩条科学途径的接近就会提供極好的結果。

俄罗斯的河流水文学者对于了解河床作用，亦即河流終極剖面形成中的主要作用貢献很多。在这方面需要特別提到的是拉赫廷和列利亞夫斯基這兩個人。

M.A.維里康諾夫在他論述地貌學問題時曾經闡述了关于河床水流的現代概念。他曾以下面的話論述兩門相鄰学科在研究河流剖面學說中的作用，他說：“地貌学者所說的呈均勻地沉降曲綫狀的“正常”剖面，亦即总的積分的平緩剖面自然是 有一定意義的，但是我們在拉赫廷所著書中看到的剖面就完全不同了。依照拉赫廷的說法，在下部平面上，大的坡度在淺水区，小的坡度在深水区，在高的平面上則与此相反。这种坡度的倒轉現象在河床的所有侵蝕作用中看來是起着很大作用的。不过我們这里所說的是在空間和時間範圍內較小的侵蝕作用。而地貌学者所論述的則是數百公里以內和几千年中的侵蝕作用。这又是問題的另外一种提法”。

这些对于水文学与地貌学的观点的評論是精确而中肯的。不过，遺憾的是，水文学的方法与地貌学的方法——微分的或積分的，局部的或普遍的——都是依据各种序列的数值的，这就使得它們的結果很难对比。

可能就是由于这个原故，水文学者在接触到地貌現象时，只把它們做為資料，而不是把它們看作是經過他們自己的分析就可以証实的資料。現在我們拿M.A.維里康諾夫所著的“陸地水文学”來作例子。這本書在描述地形侵蝕形态的特点时並沒有分析河流剖面的發展情況。譬如書中曾提到：“我們可以把河谷的意義規定为相鄰諸丘陵与山之間的凹地”（見第55頁）。“大陸的高差的結構是这样的，其表面的坡度自海洋向大陸內部遞增，因而形成一定的凹形曲綫”（見第76頁）。

在这些引用句中的“資料”並沒有成為被証實的資料，雖然證明的武器就掌握在水文学者的手中。

兩種方法的結合可能使河流剖面發展規律的研究獲得極大的成果。在這方面說來，我們應當使河床作用的理論的探討進行得就像我們已經利用波浪作用的理論來了解海蝕堆積剖面一樣。

水文学者可能對於他們在地貌學方面所做結論的重大意義估計不足。我不能夠充分地利用河床水流的理論來說明河流剖面的形成規律。不過重要的是要指出：很久以前的古典水文学的原理也能解釋很多尚未研究清楚的問題，這些問題在目前地貌學者的理論體系中是仍在進行着爭論的。尤其是，我們可以根據主要的水文学規律來解釋下述地貌學中所爭論着的問題。

1. 縱剖面的塑制是由於自河流主基準向上的後退侵蝕而進行的呢？還是在整個河床中同時進行着的？

2. 有沒有這樣的剖面狀態（均衡狀態），在這種狀態中，河流只能搬運沖積物，而不能進行侵蝕，也就是說，不能使河床剖面降低？

3. 侵蝕基準的位置變化對於河流縱剖面的塑制有什么影響？

在我看來，地貌學者認為是如此麻煩的這些問題早已被河床理論的創始人法爾格、日拉爾頓、裴布阿、拉赫廷、列利亞夫斯基^①等的見解充分說明了。

現在引用一些上述學者的某些原理，不過我並不是想要非常詳盡地來闡述問題的。

法爾格的第一個規律是這樣說的：最大深度位於下游中凹岸曲線的頂部；對面的凸岸的最大的淺灘凸出部分則直接位於下游凸形曲線的頂部。我只想在補充一點，就是河床的深度與淺灘是同時地並且成串珠狀在整個（或者大部分的）河床中形成的。

^①維里康諾夫曾經說道：‘某些治河建築的建築工程師們的深刻直覺非常正確地向他們指出了關於河床水流動力特點的概念，雖然所指的是最一般的概念。在這方面要以法國的法爾格和日拉爾頓，俄國的列利亞夫斯基與拉赫廷等最有名。這些人……純粹直覺地創立了河床水流動力學的基礎，並且在關於水流橫循環，關於河流平面形態與其縱剖面間的關係等方面都提出了很多寶貴而有成效的原理’。

‘我們沒有關於河谷形態的知識，換句話說，沒有相應的地貌的章節，無論如何也是不行的’——他繼續說道（見第41頁）。

这个簡單的原理（它不僅為水文学者所熟知，而且是每个目睹河床一般外形的人都曉得的）解决了赫特納，——約凡諾維奇及菲利浦遜——彭克——戴維斯等觀點之間的爭論。根据法尔格的原理，可以知道：河流剖面是在河床不同地点同时加深的，而不僅僅是由于后退侵蝕所生的侵蝕基准加深的。还有，深切侵蝕、側蝕及堆積作用并不是依照時間先后逐次進行的（就像我們的学者时常確信的那样），而是同时進行的。

日拉爾頓在1894年时就指出：为河水挾帶的坚硬部分的数量是依照河床对于冲刷作用抵抗力的大小而定的。它隨着水流量及河流剖面坡度的增加而增大。这种論斷把侵蝕現象；冲積物的搬运現象与河床的坡度联系在一起。从这里特別可以看出来：在一定的坡度下，河流的搬运能力剛好能搬运河流的冲積物。所以，（1）从这方面來看，均衡剖面的定义是正确的；（2）限制侵蝕作用的是坡度，而不是河流下基准的变化。

拉赫廷（在其論著“关于河流河床的机理”）曾大量地研究了淺水区和深水区，用地貌学的話來說，——就是研究了地方侵蝕基准。

下面我們就列举这位俄罗斯水文学創始者的一些見解，譬如，他所描述的例子——德涅斯特河，它是由河流本身作用形成的互相交替的地方基准所組成的（見第21—22頁）。

“这条河在莫吉廖夫城以下200俄里处的地段——拉赫廷寫道——平均坡度为0.000189，如果把这个地段中位于弯曲部分的各个段落区分出，并且分別算出相當于弯曲部分的坡降，那么此时所得出的平均坡度为0.000134；而在平直的地段，平均坡度为0.000252。所以，在低水位时，德涅斯特河弯曲部分的坡度比其平均坡度要小；而平直的地段則与此相反，坡度較陡。不过一旦我們离开低水位縱剖面轉而來觀察高水位剖面时，就發現它們的这种分布就變得完全相反了。在弯曲部分，如我們上面所談到的，平水期时的坡度为0.000134，所以它只能成為具有靜靜的水流的深水区。现在坡度則增加到了0.000225，并且引起了高水流的剧烈运动，并因而形成了巨大的深度与上面所說的穩定的河床。在同一时候，那些在平水期时水流汹湧流量巨大的平直地段，在高水位时則与此相反，它的坡度降低到0.000174，并且高水位水流运动能量顯得是如此的驟減，以至于使冲積物

在这里阻塞起來，形成了淺水区”（見第21—22頁）①。

在这一段引文中，談到關於德涅斯特河在洪水時期——即河流進行主要的河床改造作用時——的活動的辭句都加上了重點。我們在這裡所看到的是什么呢？德涅斯特河水準面的剖面是階梯狀的，而德涅斯特河床底部的垂直剖面則是之字形的。這些之字形的突出部分正是河流自身所形成的淺水區。這就是河流的地方侵蝕基准。它們可以稱為定形基准(фиксированый базис)，當河流的彎曲在平面圖上的位置未變化前，它們的位置是不變的。

河流的地方基准——淺水区——可達于几公尺高。譬如，B.B.波略科夫曾經提到：莫蘭諾夫淺水区一帶頓河底部沖積物在1929年這一年內曾堆積到3.5公尺高。在平原河流的剖面中，這樣的數字要算很大的了。

地方侵蝕基准——淺水区——造成了水流狀況的地區的轉變：在洪水期間，就像拉赫廷所說的那樣，在淺水区以下是流暢的水流，是深的河床，在淺水区以上則是迴水(подпор)，是“堵塞住的河床”及淺水区的沖積作用。所以，地方侵蝕基准是存在的，並且它們對於河流縱剖面的塑制顯然有影響，同時它們的影響是在兩個方面——上游和下游——同時存在的。由此可見：河床的階梯狀(淺水区——深水区)剖面，在河床於其平面圖上有彎曲時，乃是一種穩定的剖面形態。

正是這種縱剖面形態是保證沖積物繼續不斷地運動所必需的，它是河流均衡剖面的特徵之一(見前)。所以，均衡剖面的階梯狀現象是一種有規律的現象。

在拉赫廷所著的、發表於50多年以前的書中還可以找到能解決地貌學中所爭論問題的其他材料。例如，沖積物顆粒隨河流坡度增加而發生的有規律的增大就已確定了(見第55頁與第VI表)等。

水文學家由於建築堤壩而擬訂的迴水問題，對於河流侵蝕基准的變動這一課題的解決，有巨大的意義。這個課題是這樣得到了近似的解決的——在建築堤壩時(即抬高侵蝕基准)，迴水沿河向上分布的

①着重點是我加的——馬爾科夫。

距离首先决定于迴水高度、河流坡度、流速（以及深度）。于是，由于河流侵蝕基准抬高而形成的迴水的長度就能根据一定的公式算出。

例如，当河流坡度为 0.0003、水深3公尺、迴水高度为 1.5 公尺时，河流中迴水地段的長度約为16.6公里。再往上，河流的基准就不再会升高。

顯然，我們不可能在这里叙述現象的量的方面。对于我們來說，重要的是現象的實質，即河流侵蝕基准的升高不会逆流而上一直擴及到它的上游，而只能从河流侵蝕基准升高点起往上擴及到一定的段落。在山地河流中，迴水現象只顯現于很有限的段落內；而在平原河流中，則顯現于較長的段落內。无论如何，这样一种推斷，即認為塔吉克斯坦山地河流的作用將会感受到鹹海水準面变动所引起的变化，是極不正确的。这种推斷虽然有人提出，但已為馬凱耶夫非常正确地反駁了。当然，認為奧卡河河源及德涅斯特河左岸支流河源的侵蝕作用彼此不同是因为伏尔加河侵蝕基准比德涅斯特河的侵蝕基准低（日爾孟斯基）認為洛瓦特階地是由于波罗的海水準面变动而形成（达尼洛夫斯基），——这两种看法也都是不确实的。这种对侵蝕基准作用的誇大屢見不鮮，这是應該加以摒棄的。

至于說到侵蝕基准的下降，则它既可能引起河流深切侵蝕的加強，也可能引起河流深切侵蝕的減弱。深切侵蝕的減弱，甚至于河流剖面的上升是發生在这种情况下的，即如果由水溢后退而出露的地面上所具坡度極小，以致地面位于河流均衡曲綫以上（里海低地成于赫瓦倫海退之后？）。此时，河流將依据其下游新段落的小的坡度來加工上部的段落。河流实际上將發生迴升，并开始進行堆積作用；而不加深河床。只有在侵蝕基准下降时，才出現地面坡降較陡的地段，而且根据經典理論，會發生侵蝕回春。

但是无论在这种或那种情况下，当侵蝕基准下降以后，縱剖面的加工都将是逐漸進行的。一般的說，河流（下）侵蝕基准变动对于河流作用的影响是有限的，而且其意义也是各不相同的。我們的指導性著作往往沒有考慮到这些情况。

我不拟再繼續分析水文学的文献。但必須指出，甚至上面所叙述

了的原理已足夠來消除地貌學者所爭論的許多見解。要知道，上述水文学的論著正是在戴維斯、菲利浦遜、彭克諸人進行熱烈爭論之時發表的。

結論 1. 應該劃分出與河流剖面發展階段一致的三個主要的縱剖面類型：

- (1) 未均夷剖面，
- (2) 均夷剖面，
- (3) 終極剖面。

均夷剖面與彭克的正常剖面和約凡諾維奇的逕流剖面最為相符；終極剖面則與約凡諾維奇的侵蝕終極——理想均衡剖面最為相符。

2. 均夷剖面和終極剖面兩者都可視為均衡剖面，而將後者理解為從河源到河口① 坡度均衡變化的剖面。

但是在河流還未形成終極剖面以前，它仍是繼續進行侵蝕作用的。

3. 河流的侵蝕能力決定於河床坡度、被挾帶的沖積物之數量和大小、河流的水量及流速。

4. 由此，可以根據地貌因素中的坡度，或者精確點說，根據河流的各段落所形成的坡度來確定侵蝕量。

5. 下侵蝕基準(水盆水準面)的上升只能沿河往上擴及到很有限的距離，這種距離決定於河流迴水的長度；在這種距離以上的地方，基準的上升對於河流侵蝕活動的作用即化為烏有。

海水準面的變動在理論上可能對河流上游段落的侵蝕作用有影響，但只是通過溯源侵蝕作用(以及堆積作用)來發生影響；這種變動既可能引起堆積作用的加強，也可能引起沿河向上的侵蝕作用的加強。

下侵蝕基準變動對於大河侵蝕作用的真正影響是不顯著的，而且其意義也各不相同。

6. 河流均衡剖面(均夷剖面與終極剖面)可以有不同的形態——

①從機理上看，均衡表示這樣一種力的狀態：即力引起了物体的移動。或將均勻的直線運動轉達至物体。無論這種或是那種均衡的定義都不能就字面死板地應用於河流均衡剖面的學說上。

有凹形的（此为水量沿河向下增加的河流所特有），也有凸形的。階梯狀均衡剖面也是一种广泛分布的现象。

7. 河流剖面趋向于作为剥蝕水准剖面的最小坡降。正和海蝕堆積水准面緊接于下侵蝕基准一样，剥蝕水准剖面也从上面与下侵蝕基准相接。

8. 河流剖面——剥蝕水准剖面——是在好几个因素影响之下形成的（見§3），其中只有坡度是表示地形的一种要素。所以，地壳升降运动就反映在地面的坡度上，并通过它而改变河床的侵蝕作用。谷底剖面的坡度——剥蝕水准面的坡度——反映了升降运动与侵蝕作用的相互作用。

2. 剥蝕水準面

河流的終極均衡剖面就是剥蝕水准面的剖面。它提示了关于剥蝕水准面剖面地形的概念。就像海陸起伏曲線所指出的，剥蝕面（денуциональная поверхность）在兩個不同的高度階梯上占据着陸地上很大的面積。这种情况使我們不由地想到地壳升降运动对于現代剥蝕水准面位置的影响。

实际上，这个类型地面的發展和地壳升降运动有着密切的关系。

歷史的探討 做为地形特殊类型的剥蝕面在1889年同时为阿·彭克和戴維斯所提出。阿·彭克把均夷面叫做波狀平原（Wellungsebene），而戴維斯提出了准平原（peneplain）这个名称，后一个名字比較普遍。这兩位作者都把均夷面看做殘余在地形割切得比較厉害而后来又为侵蝕作用和剥蝕作用所削低了的地方的地面。在这个基礎上李希霍芬，及其后的彭克（1895年）提出了另外一个名称——殘余面，这个名称在德國及奧地利也流傳很广，并且經過德、美地貌学者对准平原理論本質進行了長期爭論之后獲得了某些原則上的修飾。

比較平坦，但是高的准平原化的山地使人們想到准平原化的山地的年青隆起，而戴維斯也就提出了隆起的准平原。到二十世紀初期，准平原的隆起始終是一个难以解釋的过程，因为占統治地位的冷縮假說一直認為岩石圈表面运动主要方向是沉降（見前）。关于这个結論，

戴維斯曾經正確地反駁過休斯，並且指出了隆起的準平原。隨着大地構造學中岩漿學派的發展，地殼的隆起，也就是說，兩種符號的地殼升降運動，開始得到世人的公認。瓦·彭克（從1919年起）把這種大地構造的觀念列入到地貌學中。同時，他也大大地發展了關於山地均夷面的概念。

“關於陸面侵蝕的終極面與準終極面這樣的名稱——戴維斯寫道——需要加以研究，即便是粗略的研究也好。我個人的意見，就和我在選定名稱時所感到的一樣，是……對於侵蝕面應該很謹慎地使用‘平原’這個字，因為全部的或者終極均夷的特徵是很少看到的，通常應採用‘準平原’這個字來表示在侵蝕循環中發展過的幾乎達於終極的形態”（見第103頁）。

我想，這段引文及對“準平原”——剝蝕水準面——一詞的公認的特點可以使我不必再來更精確地論述這個術語的最初涵義。不過，平原及類平原在成因上的多種多樣性絕不是準平原這個術語所能包括的。我們必須確定這個概念在各種不同成因的平原的總系統中所占的地位。

約翰遜在1916年時候就曾劃分過各種成因不同的地貌水準面。我們所說的“地貌水準面”的概念是和約翰遜在1916年提出來的“plan”的概念一樣的，不過他並沒有根據他的意見做出理論性的結論來。約翰遜認為：戴維斯1889年所提出來的“peneplain”是僅指侵蝕平原與類平原而說的。不過均夷面可能有各種不同的成因，所以就有必要用另外一個還未獲有侵蝕意味的術語來表示它們。約翰遜提出“plan”來作為這種術語。

平原的類型 在蘇聯領域內，至少有三種成因類型的平原：剝蝕或侵蝕—大地構造平原（эрэозионно-тектонические ревнины）、構造平原（структурные равнины）及堆積平原。堆積平原和那些相當於相鄰地區而下降的地域相關聯。我們也可以說：地槽區的特點是有剝蝕平原和堆積平原地段——很少是構造平原——，這些剝蝕平原和堆積平原的面積一般都是比較小的；而在陸台上，除去構造平原及剝蝕平原以外，面積寬廣、外形不規則的堆積平原亦是其特點。

所以，平原的主要類型可以在地槽區見到，也可以在陸台區見到。

所不同者是規模、形态、平原以及地槽区和陸台区的平坦地段所在的高度。

可以做为剥蝕平原（类平原）的例子的，是欧洲平原的南部及东部；山中的剥蝕平原的例子則有：天山內陸剥蝕高原、帕米尔、阿尔泰山剥蝕面。

可以做为構造平原（类平原）的例子的，是濱伏尔加高地、外伏尔加高地等欧洲平原东部的許多地区、中西伯利亞桌狀平原。

最后，屬於堆積平原的是：波列謝、費尔干納山間平原等。

自然，我們必須注意到这种分类特征的条件性，这和任何其他分类特征是一样的，即很多剥蝕平原反映了地質構造的特点；相反地，構造平原常常或多或少的为侵蝕作用所割切，而它們的表面常被剥蝕作用沿着斜交于層理面的方向切割。类似的过渡的例子在俄罗斯平原上是很多的。同样地，我們也几乎无法找到未曾为侵蝕作用和剥蝕作用所“惹动”过的、寬广不一的堆積平原。

然而所有上述三种平原类型一般都表現得很明顯，并且都是平原地形中的主要形态成因分类。

阿·彭克把刻蝕平原与構造平原相伴列。他称前者为“Schnitfläche”，后者为“Schichtfläche”；前者的特点是：地形面（топографическая поверхность）低于地質面，后者的特点是：地形面和地質面一致。我們可以再作一种补充，即第三种平原——堆積平原，其地質面也是和地形面一致的。要知道，堆積地形的不平是由地層上層的原始不平面，例如淤積蓋層等，所决定的。

所以，平原共有好几种类型。它們的多种多样决定于地壳升降运动的方向与幅度，因此也就决定于它們在各种構造上所处的位置。不过这些成因类型与形态类型的多种多样性却为它們共同的特点——平坦性所統一。这个平坦也反映了地壳升降运动与剥蝕堆積作用之間的关系。在这种关系下，剥蝕堆積作用从属于終極剖面的規律，夷平了地壳升降运动所形成的高地与窪地。

剥蝕作用的能与堆積作用的能为地壳升降运动所引起，并且和地壳升降运动的強度成正比。为剥蝕面所切割的複雜構造和那些被堆積

層填“到头”的深的山間拗陷可以作为上述情况的例子。升降运动与剥蝕作用的这种相互关系就是在該兩种作用对于地表面的影响成正比的任何地方形成剥蝕水准面的原因。

平坦性（和多山性一样）是地形的兩個主要成因分类之一，它統一了不同类型（三种主要的）的平原。我們这里所理解的平原是一种成因方面的概念。

准平原（就像戴維斯所理解的）——只是三个平原基本类型中的一个。

現在我举兩個例子來說明作为成因分类的平原的定义。

波罗的結晶地盾类平原 如果仔細觀察，波罗的結晶地盾表面是很不平的。不过，如果我們把地形中的小的不平抛开不算的話，就会看到一个均夷面，或者，可以說，看到好几个具有不甚高的長垣的均夷面。

謝捷爾戈爾姆曾这样描述波罗的結晶地盾准平原：世人都認為發展在芬蘭斯堪的納維亞中部及东部的准平原是下寒武紀的。实际上准平原虽然古老，但比較起來还是年青的。关于准平原要晚于太古代可以从这种情况看出來，即它是發育在加里东山脉建造（斯堪的納山脉）中的。因此，准平原的年代不会老子古生代末期。在挪威北部，准平原切过了侏罗紀的斷裂，所以它不会比后者古老。同样也可以断定，准平原比白堊紀的霞石-正長岩侵入体与噴發物年青。此外，还可以看到第三紀准平原化作用的遺跡。

根据这些事实可以知道，波罗的結晶地盾准平原化作用的遺跡已經为学者断定属于自古生代起，也可能是从太古代起的不同时期。实际上，我們可以推断，地表面上的地壳升降运动的結果已为侵蝕-堆積作用所“抵消”，地盾表面几乎在所有地質时代中都保存着准平原的特点。

波罗的結晶地盾准平原化作用的特点之所以如此穩定，乃是地壳升降运动的幅度小而速度徐緩的結果。侵蝕-剥蝕作用足以使地形几乎不断地受到准平原化的作用。

总的說來，地形的一个类型——准平原——反映了这个地段岩石圈的平穩發展，这个地段有一部分是結晶地盾；有一部分是古老的（加里东的）地槽区。我們在这里所看到的只是平原三个主要类型之一的准平原，而其他兩种类型——構造平原与堆積平原——分布并不甚广。

俄罗斯平原 苏联欧洲部分的平原地形曾經引起了很多学者的注意。A.П.卡尔宾斯基及其以后的Г.И.唐菲里耶夫都曾試圖解釋它。

A. П. 卡尔宾斯基曾經非常正确地用俄罗斯平原上平穩的構造运动歷史來解

釋这种現象，并且發展了他自己的得到光輝証實的俄罗斯平原升降运动的理論。他曾指出：无论如何，平坦性是俄罗斯欧洲部分地形自古生代以來的根本特点。也就是說，这是自五万万年以來的根本特点。“十分明顯，俄罗斯欧洲部分很大的一部分都屬於平穩地区”——卡尔宾斯基說。——“我國在我們所能追溯出的過去地質时代中，顯然從來沒有高出过海水准面以上很多”（見第77頁）。

在Г. И.唐菲里耶夫所著的“地理学”中，曾有專門的、不很長的一章，題为“俄罗斯平原地形的成因”（卷1，第198——200頁）。唐菲里耶夫对于平原地形所做的解釋如下：

“平原地形的第一个原因就是構成平原的地層的水平產狀破壞程度極小。截至80年代止，我們还不能悉知这个水平產狀在那些地方受到重大的破壞。当然，靠近平原边境的脊狀地形不算在內……不过，在总的平坦地形背景上，俄罗斯也可能有割切比較厉害的地形，如果該地一般說來是水平的地層稍微高于海水准面以上的話。这时，河流可能深深地嵌入大陸中，在分水界与山谷的高度方面造成了很大的差異。但是，保存着程度不等的水平狀態的地層可能沒有达到过任何較大的高度”（見第198，199頁）。

因此，唐菲里耶夫認為：欧洲平原的平坦性有兩個原因，即地層的水平性及地層升起的程度不大。但是他并沒有注意到兩种現象的关联性，这就是俄罗斯陸台型平原的平穩發展及陸台所特有的地壳升降运动的小的幅度。

升降运动幅度小是苏联欧洲部分平原地形的成因。由于这个原故，侵蝕-堆積作用才有可能在从古生代起的所有时期中切鑿了曾經形成过的隆起及以淤積物充填了拗陷。

这就是欧洲平原平坦性的一般原因。至于說到個別的情况，則平原之被区分为三种类型的原因是这样的：

剝蝕型平原可以看做升降运动幅度不大的最明顯的表現。在这一类平原中，各种不同年齡的河谷切割（泥盆紀的，侏羅紀以前的，白堊紀以前的，冰川时期以前的及現代的）时常位于同一个平面上。这种現象我們在本書第二篇第一章中曾經提到过，它也是侵蝕作用与升降运动的均衡的表现。

構造型平原也是陸台平穩發展的直接的，或者間接的表現，由于陸台沉積蓋層的水平產狀而形成。地層水平產狀本身就是陸台型發展的結果，不过它在这里通过地層的岩性在平原地形上烙了补充的痕跡。这表現在地面的个别地段都呈層狀分布，形成坚硬岩層的陡坎，也就

是說，表現為地形的階梯狀。

堆積平原主要是淤積的。它們零星地散布在低地中，因此充填了這些低地，從而夷平了俄羅斯平原的地表。依照美國人所用的術語，它們是加積的平原（равнины агградации），而剝蝕平原是凌削的平原（равнины деградации）。這兩種作用都是朝着同一個目標——使地形均夷，形成地形的均衡剖面。在低地中發生堆積作用因而使平原的剖面升高，或在高地上發生深切侵蝕作用，因而使平原的剖面降低，都可以達到這個目的。

另外還有一個可以解釋堆積平原生成的因素，這就是冰川水。俄羅斯平原上的淤積地區主要是冰水堆積層區。如果我們注意到冰水沙的搬運和沉積只是在很短時間內的結果，則冰水沉積蓋層面積之寬度巨大（波列謝、麥紹爾等地）會更加出奇。如此巨厚的堆積層所以產生的原因是冰水水流的水量巨大。水量越大，河流得以搬運冲積物的坡度越小。我國河水搬運能力與其流經區的疏松冰川物質數量相比，小得不能成比例。厚層的冰水堆積層就是這種情況的結果。

冰水冲積物被搬運到很遠的地方並且沉積成平坦的蓋層，因為水量很多的河流在力圖形成平緩的均衡剖面，並保留有在坡降小時搬運冲積物的力量。

可能在俄羅斯平原地形中，不應僅僅劃分出侵蝕-剝蝕階梯地形。不久以前，M.B.皮奧特羅夫斯基曾經指出：位於塞茲蘭與卡麥申之間的濱伏爾加高地形成了兩個侵蝕-剝蝕準平面，也就是說，兩個准平原：上面的一個位於280—320公尺高處，下面的一個位於220—240公尺及在此以下的高處，並且，這兩個准平原為明顯的陡坎所分開。在同一本書中還很好地論述了這種平原——基本上是侵蝕-剝蝕平原的構造特点。

山地剝蝕面 在山地中，中亞的均夷面研究得最好。山地剝蝕面是天山、帕米爾、准噶爾阿拉套、西藏及喀喇崑崙、阿爾泰山、薩彥嶺等地景觀的特点。

近年來，曾經繪制了天山北部及准噶爾阿拉套地形的各種類型圖。這些圖首先以數量表示了剝蝕面在山地總面積中的比例。

現在把这些數字摘錄于下。

山脈名稱	侵蝕堆積面的面積(在山地總面積中的比例)
外伊犁阿拉套.....	20
克特明.....	16
吉爾吉斯阿拉套.....	16
准噶爾阿拉套.....	10
阿尔泰山(西南部).....	24

均夷剝蝕面自阿尔卑斯式山頂及山脊开始，出現于各种不同的高度上。正确一些說，在大多数場合下，剝蝕面都降落到較低的地方，有时达于山麓，这样，就好像成了山脉地形的概括的表现。不要以为，剝蝕面具有平坦的地形。这种地形时常可以成为丘陵的，有时候它也会过渡到低山与中山。位于山脉基底及山間凹地的沉積層的年代与岩性說明：在老第三紀时，在天山及帕米尔高原的地方即已沒有高山。这个寬广的地域为准平原化地域所占有。在中生代及老第三紀时，產生了寬广的剝蝕面，这个剝蝕面在第三紀后半期及第四紀时，由于地壳升降运动而变形。由于这些运动，剝蝕面变成了波狀弯曲的形态。它在波脊处隆起了好几公里的高度，为正斷層所分割并变形成多階狀。

所以，我們可以把中亞山地的剝蝕面划分为兩個發展階段：均夷階段与均夷面隆起階段。如果我們引用C.C.庫茲涅佐夫所提出的術語，則可以称之为原地面(автохтонные поверхности)与異地面(аллохтонные поверхности)。

这一类異地面当然是見于陸台区的，因为升降运动在各处都在進行改变——使剝蝕面隆起与沉降。但是“異地的”現象在地槽区表現得特別清楚，在那里可以看到剝蝕面垂直地移动数公里的現象。

現在我們引用几个例子來說明山地剝蝕面的地形，分布情况与变形的特征。

克特明山脉 “整个山脉的所有山頂面都是夷平的。它的高度变动的范围不

大，最高点达于3500公尺，逐渐向西低落。这个波状表面形成了特殊的弯曲，平缓地向西南两方低落。它被稠密的水文网割切成一个个平坦的波状地块，深深地突入于河间地区的狭窄的浆形地。在东部，山岭相对两坡上的小河河源有时汇合起来，形成“襲奪現象”（卡列茨卡娅、阿夫修克及馬特維耶夫，見第132頁）。

准噶尔阿拉套 侵蝕剥蝕面分布甚广，占有不同的高度——自山頂至山麓。“均夷面常常形成位于其上的、具有阿尔卑斯式地形之地塊的寬广山麓，并且成寬闊的浆形地深入到地塊之內。有些地方，阿尔卑斯式地形的頂部常常是夷平的地段，，这些地段逐渐低落，形成向山麓均夷面的过渡。“在高度較大的冰川地形中，均夷面分布也很广。在較低的地方，在拔海3000,2000,1200—1400公尺的地方也可以看到这样的地形。“和中央地塊一样，在这里，这些山頂均夷面在很多情况下时常剥露了弯曲，从山脊中部向周围低落（見同書第158頁）。

在帕米尔侵蝕-堆積均夷面構成了中部帕米尔景觀的特色。

就像我所指出的（1937年），一般地說來，中部帕米尔是比它四周的高山稍稍低落的。边缘的高山为白皑皑的边缘万年雪带（这在中部帕米尔几乎是沒有的）着重地襯托了出来，这些高山由“七座大山”組成：东有昆古尔及穆斯塔格-阿塔地塊（圖31），南有兴都庫什山及瓦漢山，西有科学院山，北有外阿萊山。

整个說來，中部帕米尔地形可以說是高差在1—1.5公里以內的低山和中山；不过，其中也夾有絕對高度很大的、平均达5—5.5公里高的山。所以，地形夷平現象會在中部帕米尔地形上加上了烙印。在帕米尔地区，也可以看到更加平坦的真正的剥蝕面。这种剥蝕面在貢特河上游，在舒格蘭及巴查尔-达里英山的接合处發育得最好。在这里，从科依-捷澤克山隘向西和往南，伸展着寬广而平坦的微波形地面。在这个平面上，自南方起，主要是鋸齒形的、复盖着万年雪的瓦漢山（圖32）。

近年来，对于亞美尼亞高原（C.C.庫茲涅佐夫）、烏拉尔（B.A.瓦爾桑諾費耶娃、A.B.哈巴科夫、H.B.巴申宁娜）、薩彦嶺（B.B.洛馬金）、斯坦諾維馬（E.B.巴甫洛夫斯基、H.B.杜米特拉什科）等的剥蝕面都作了很好的描述。

原始殘余面和終極殘余面 上述的例子告訴我們：剥蝕面既發展在陸台区（在那里，它們几乎占有整个陸地），也發展在地槽区一山区。在后述的情况下，这些表面是片斷的，它們有着各种不同的变化，或呈階梯狀下降，出現于各个不同的高度。

如果原地的古老剥蝕面未能以其純正的形态出現，則无论如何，

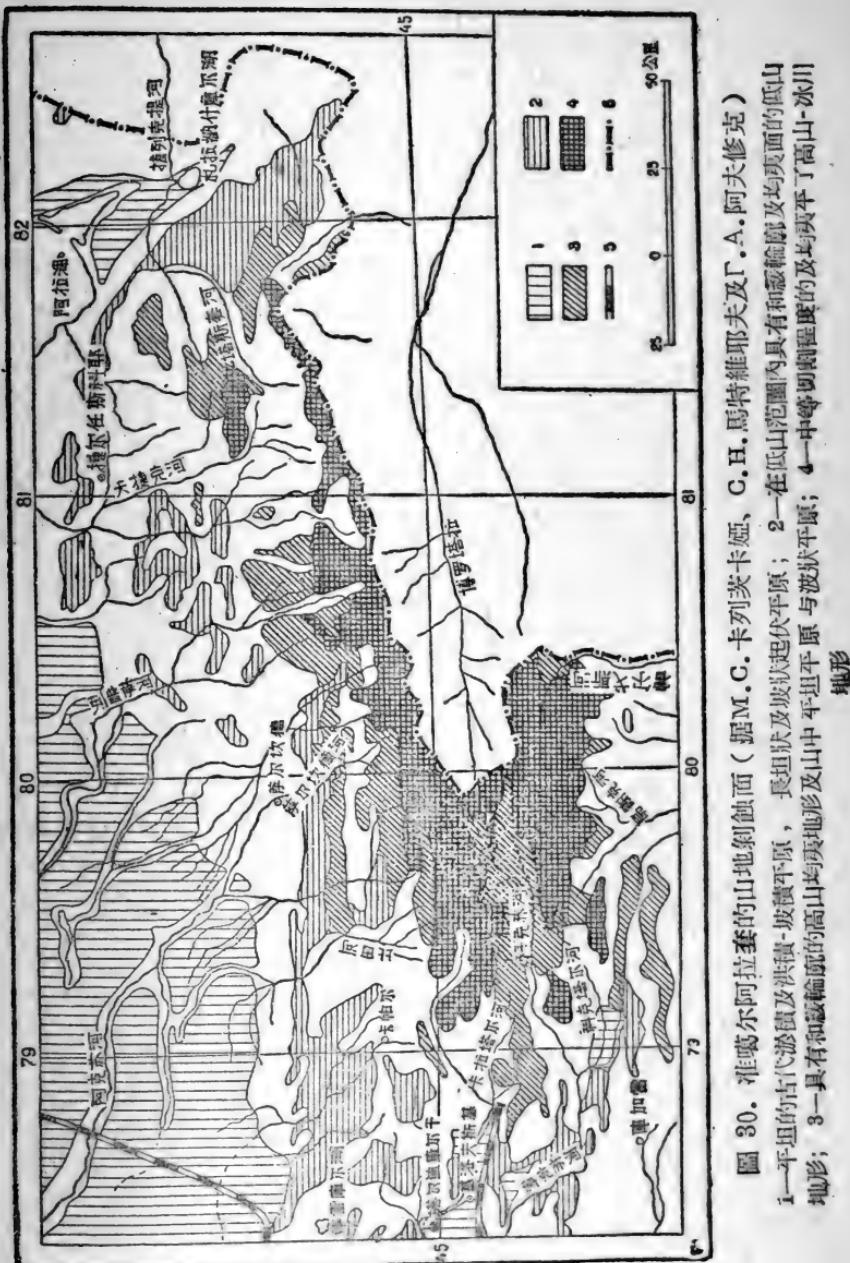


圖 30. 雅噶爾阿拉套的山地剝蝕面（據 M.C. 卡列茨卡娅、C.H. 馬特維耶夫及 Г.А. 阿夫修克）
1—平坦的古代淤積及洪積—坡積平原，長坦狀及坡狀起伏平原；2—在低山范圍內具有和該輪廓及山面的低山地形；3—具有和該輪廓的高山脊夷地形及山中平坦平原與波狀平原；4—中等剝蝕程度的及山頭平了高山—冰川地形



圖 31. 中帕米尔諸山及昆古爾與穆斯塔格-阿塔東境的山脈。馬爾科夫攝



圖 32. 科依-捷澤克隘口地区的中帕米尔夷平地面和超越在它們上面的瓦漢山的雪峯。馬爾科夫攝

这些地表面的原地性（автохтонность）在平原-陸台区总要表現得明顯一些，而剥蝕面的異地性（аллохтонность）則为山地的地槽区所特有。

顯然，剥蝕面在地形、面積以及分布高度上的差異是陸台及地槽的升降运动幅度与速度的一般差異所造成的。

瓦·彭克曾試圖將剥蝕面划分为兩個主要类型。他把它們叫做：
 (1) 原生殘余面及 (2) 終極殘余面。

1. 瓦·彭克的終極殘余面的涵義和戴維斯所說的准平原是相同的。終極殘余面形成于上升作用为侵蝕作用和剥蝕作用所抵消因而山地被夷平之时。譬如，如果我們認為天山地形的均夷面是由于古代山岳地形（華力西期的）被切削而生成的話，則我們可以說这个均夷面是由中生代至老第三紀时的終極殘余面。它的形成好象就此結束了山地的發展。

但是我們可以很容易地看到，“終極殘余面”这种說法是很不自然的。要知道，在地形的發展中，是沒有而且也不可能有任何終結的。天山在中生代—老第三紀的一般的准平原化作用时期以后，又曾开始隆起；准平原曾被抬升發生弯曲，为正断層分成許多部分，而在目前正經受着冲刷作用。如果从对現代的山岳地形的关系來說，中生代—第三紀的剥蝕面就是原生的剥蝕面了，因为現代的山岳地形就是在各種变化的影响下从这个面形成的。

2. 瓦·彭克的原生殘余面就是歷來如此的一种类平原。升降运动的幅度小使得升降运动所造成的不平可以为侵蝕作用与堆積作用等外动力作用所夷平。因此地形保存着平原的形态。原生殘余面是那些在構造运动發展得比較平穩陸台区所特有的。在具备某些条件时，这些“原生-平坦”地段在山地也会保存着。

我們已經看到，前一个概念是多么附有条件性。至于第二个概念也可以这样說。苏联欧洲部分的平原在从古生代（那时候在現在的俄羅斯平原中实际上还没有山）以來的長时期（不过不管怎么說这个时期終究是有限的一个片斷）中都是“原生的”。但是在这样的情况下我們應該把这种地表面称为穩定的（在一定的地質年代內是穩定的），

而不應該称之为原生殘余面。

“原生”这个術語是根本不对的，因为在元古代及太古代时，欧洲部分平原的地形中很可能有山。对于这些山來說，标示着以后的均夷階段的这种平原乃是終極的。总之，划分原生的及最終極的殘余面在原則上是行不通的。瓦·彭克所引用的例証是不能令人滿意的。这两个概念只能用來表示这样的意义，就是：我們在一些地方看到了形成于



圖 33. 卡什卡蘇山及卡布卡-塔斯(天山)的變形剝蝕面(據舒爾茨)
1—現代沉積；2—冰川沉積；3—第三紀沉積；4—古生代沉積

山岳地方的均夷地形，而在另外一些地方看到了形成于均夷地形上的山岳地形。在这样說的时候，我們总要預先說明：我們所研究的地形的發展是从哪一时代开始的。从上面所举的零星的例子中可以看出，俄罗斯平原地形是終極殘余面，而天山的均夷面則是中生代——老第三紀原生殘余面的片断。

这样的結論就其意義來說和瓦·彭克所得出的結論完全相反。

剝蝕水準面的變形類型 C. C. 舒爾茨曾經研究過剝蝕水準面的變形。我們在前述M. C. 卡列茨卡婭、C. H. 馬特維耶夫及Г. А. 阿夫修克等人的著作中也可以看到很多有意義的內容。

这里先举几个例子。

毫无疑问，大褶皺的波就是現存古均夷面的變形類型。正是这种變形類型更清楚地表現了主要地貌過程——升降運動——的特点，也正是它構成了地形的最大的外形。

C. C. 舒爾茨認為天山就是大褶皺的波：

“描述地区地形的基本輪廓——他說——我們認為只能用下面的假說來解釋，就是：第二級的山壠及分隔它們的縱向窪地乃是从第一級背斜發展出來的第二級

的平緩褶皺，而第一級背斜就是整個捷爾斯克依-阿拉套山系。”這個結論可以更擴大為：“如果我們把整個山系看成（在西方停息了的）褶皺的巨大分枝在地形上的表現，褶皺的背斜是山嶺，而向斜則是窪地；那麼，天山的山嶺與窪地的相互位置及其構造的一般類型就可以理解了。這種純外部的山勢學的結論已經為天山的個別山嶺與窪地的地貌學和地質學的研究所証實（1937年，第629頁等）。

均夷面受到各種各樣的彎曲。譬如，在伊塞克-庫爾以南的地方“捷格列克山峯由花崗岩構成，後者為平坦的古剝蝕面所切割，剝蝕面以 20° 的角度向北傾斜………博茲查布-克茲爾套山的南坡遠較北坡短而且陡，如果把這些山脈的近代隆起看作是一個大皺曲，則這個褶曲就是一個不對稱的褶曲……（第775頁）”。

圖33描繪了這一大類彎曲了的均夷面。除去褶曲以外，也看到了均夷面的斷裂。

M. C. 卡列茨卡婭、E. B. 巴甫洛夫斯基、H. B. 杜米特拉什科、C. B. 奧勃魯契夫、Д. M. 科洛索夫等學者都曾描述過以上兩種現象。斷裂與徐緩彎曲了的剝蝕面的結合情況無論在那一處都沒有在濱貝加爾湖地區那樣表現得那麼清楚。斯塔諾沃依嶺巨大山窩的曲線在這裡形成了傾斜的均夷面。這個均夷面為古河谷所割切。山窩本身變成了一系列的塌陷，周圍為巨大的斷裂所圍繞。所有斷裂中最大的就是世界最深的湖——貝加爾湖。

在國外的很多地區，彎曲及為斷層所分割了的剝蝕面也曾被描述過。瓦·彭克曾對阿納托利半島作過這種描述。維里士對於死海地區所作的描述是最出色的。維里士稱之為“猶太成熟面”的均夷面形成了死海側翼的隆起——巴力斯坦及外約旦地塊。該均夷面在這裡上升到海水準面以上750公尺的地方。在死海底部，該均夷面卻又位於海水準面以下780公尺之處。

“準平原的侵蝕面——維里士寫道——可以當作任何一種地層一樣地來使用。在這方面，主要的推斷可以和我們對於沉積層所做的推斷一樣。沉積層向下沉積在水下的斜坡上，而侵蝕面呈斜坡狀從水邊上升。在這兩種情況下，都有一個一定的平面，這個平面只能在和水面保持一定關係下發展。位於水面以上或以下的平面位置的變化決定著變形，位置變化的量與變形的量相一致，而彎曲或變動了的地表面形態則表明構造發展的程度”（見第16頁）。

這一段是我特意引用的。它使我們想到：歸根到底，準平原的侵

蝕面，亦即剝蝕水準面是和下侵蝕基准有关的。剝蝕水準面的剖面就是河流均衡終極曲線的剖面。对剝蝕面原始（未曾变形的）地形解釋的不明确也就是由于这个原故。后者（均衡剖面）并沒有数学曲線的剖面。它的地形可能是階梯狀的。它的升起虽然是徐緩的，不过在隨着远离下基准的程度仍可能达到某种不能精密确定的高度。

所以，如果剝蝕面發生了变形的話，它就成了升降运动的幅度与形态的不太精确的指标。前面曾經指出（第一章），我們在研究了与基本本地表面（世界洋平面），亦即零度等高綫高度相当的古海岸变形形态以后，就可以獲得关于这方面的比較精确的結果。

剝蝕水準面众多性的問題 关于剝蝕面可能發生弯曲并且位于不同高度（很多的觀察已經証明了这一点）的事实可以很容易地用振盪运动的机理來解釋。如果升降运动有断裂伴随發生，并沿着断裂面發生了垂直的位移，則剝蝕面也会分散为階狀分布的地段。可以很自然地想到，譬如說，天山的高剝蝕面是从一个中生代——老第三紀微波形的低剝蝕面生成的。在这一方面，这个問題已为戴維斯——就象我們所看到的——以及他的觀点相同者維里士所解决。

瓦·彭克用所謂山前梯地的概念使問題大加复雜。关于这个概念我在这里只簡單地講一講，至于对它的批判則留待下面專門討論瓦·彭克觀点的那一章再進行。順便提一下，“山前梯地”这种說法是不确切的，因为所要說的实际上は关于山的梯地，亦即所說的是关于山岳地形中的梯級地系，而不是山麓。

瓦·彭克發揮了他的想法說，很多高地形成了成同心圓分布的梯級地系，这些梯級地有时圍繞着割切甚剧的及較高的中央山地。这些梯級地瓦·彭克称为山前梯地（Piedmonttreppe），而在德國的文献中，可以看到这个名称的極多的同义字。有一个时期，哈茨、黑森林、薩克森礦山、阿尔卑斯、斯堪的納維亞、阿納托利亞、科迪勒拉、阿拉契亞等地的山前梯地都曾被描述和研究过。以后不久，被描述及研究的还有伊斯波林諾夫山、奥登瓦尔德山、亞平宁山、喀尔巴阡山、巴尔干、芬蘭、崑崙山、阿尔泰山及日本的山前梯地。在苏联，被描述过的山前梯地有烏拉尔（瓦尔桑諾費耶娃）、阿尔泰山（卡列茨

卡婭)及帕米尔(馬爾科夫)。这样就形成了并被一再重复的、大家都曉得的教条，因此对于瓦·彭克观点的爭論主要都是关于山前梯地的形成問題。

依照瓦·彭克关于斜坡發展的觀念，山前梯地的生成是不難解釋的。这个解釋好象在作者本人談到地方侵蝕基准对于保存高于其上的以前地形的特点之影响时曾經提出过。实际上，当地形在上升發展时，地形的上部甚至可以成为比陡峻地形占优势的平原，不过它为陡峻地形的斜坡坡坎所分隔，因而沿着从前的“下降的”背景繼續單独地發展着。如果在上升發展階段之后，隆起漸緩，再度开始下降發展的話，則在陡峻地形下可能發生平坦地形，而如果隆起作用再度加速的話，平坦地形之下又会形成陡坡地形。在最后，可能發生由一系列梯級地組成的山前梯地，地方剝蝕基准的影响維持着这些山前梯地的存在。

山前梯地形成的主要先决条件是与高度逐漸加大同时發生的上升地区的逐漸擴展。按照瓦·彭克所說，就是隆起的幅度与時間的增大。

在俄國的学者中，瓦尔桑諾費耶娃最快地、最完全地反映了瓦·彭克的所有觀点。她吸取了瓦·彭克的上述觀点，描述了北烏拉尔山坡上的山前梯地：

“这样，我們可以斷定在烏拉尔山範圍內有好几个均夷了的侵蝕面，分布在不同的水准面上。每一个較低的面都嵌入其上分布有較高的面的坎坡中，成为一种河谷系的形狀，河谷系逐漸割切了这个陡坎，最初在邊緣地方形成島狀山景觀，然后在中央部分形成島狀山景觀，最后就把这个較高的梯級地完全破坏。”

“这就是一个个互相重疊的侵蝕平原系，在这些侵蝕平原中，每一个后来的侵蝕平原逐漸地破坏了前一个侵蝕平原，成为河谷網的形狀，嵌入前一个侵蝕平原中——这就是我們上面所說的Piedmonttreppé(山前梯地)。它們的这种分布情況非常清楚地說明：它們并不是一个半徑向变动并升高到不同水准面的准平原中的一部分。因此，我們在烏拉尔并沒有找到單一的古准平原”(見第164頁)。

B. A.瓦尔桑諾費耶娃分出四級山前梯地。最老的一个梯地的时代是三疊紀。

必須指出，在瓦·彭克的一篇对地貌学者的智慧起了很大影响的主要論文發表以后(1924年)不久，学者們在許多山区都开始注意起

山前梯地來了。不过在最近期間，学者們又重新回返到單一剝蝕面，或者至少是少數剝蝕面的觀念上了。

譬如，学者曾有一个时期認為在阿尔卑斯山有很多的剝蝕面。不过馬哈契克最近的著作却大大地簡化了阿尔卑斯的情景。

我們都曉得，——馬哈契克于1930年寫——在漸新世中期，整个阿尔卑斯曾經發生过最后及最高的激發性褶皺和逆掩斷層。这些运动一定是在很大的深度，并且是在極厚的从那时起即已被冲刷的岩塊壓力下進行的。这些运动并不是向上，而是沿着水平方向起作用，有时甚至在深处起作用，因而自然不能形成高山。环繞着阿尔卑斯山的相鄰沉降区中的沉積層，其特点也和这些运动相适应。它們的細粒成分与中粒成分說明：在阿尔卑斯造山作用末期以后很久，在今日的阿尔卑斯山地方仍未形成山地地形。不过，在石灰岩阿尔卑斯山高峻面的頂部可以看到很小的礫石，这些礫石說明：在它們沉積的时候，河流是自中部阿尔卑斯山向北流的，它們橫过当时还未形成的縱向峡谷，因为这些礫石在石灰岩阿尔卑斯高原古中山地形的山頂与山坡中也可以看到，所以石灰岩阿尔卑斯高原可能是在利克申涅克尔所說的比較古老及变化不多的“奧金斯泰因景觀”(Augensteinlandschaft) 以后形成的。这种地形以后仍旧保存着，成为高的均夷面与丘陵的形狀。在經過長时期的上升以后，这些均夷面与丘陵就形成了今日的高山。这就是阿尔卑斯的單一的剝蝕面。

“阿尔卑斯是在一个巨大的上升作用时期中逐漸發展的”(見第307頁)。

在第二次世界大战以后(1939年)，馬哈契克又分析了阿尔卑斯的地形，并且再一次地断定：在阿尔卑斯地形中只有一个剝蝕均夷面。这个均夷面远不是一个平坦的面，而是有着高差在800公尺以內的相对变动。这个均夷面在石灰岩的阿尔卑斯、中部阿尔卑斯以及海拔1600—2800公尺的法蘭西阿尔卑斯等地都可以追溯出來。阿尔卑斯單一剝蝕面的年代是下中新世或中中新世。从那时起，这个剝蝕面就被抬升并且發生了变形。同时，在西部阿尔卑斯，大部分是东西向的大褶皺型的地面弯曲；而在东部阿尔卑斯，则通常是塊狀的隆起居优

勢。正如馬哈契克所指出的，認為阿尔卑斯有數達25個剝蝕水準面的說法是不對的。

M. C. 卡列茨卡婭和C. H. 馬特維耶夫在上述不只一次引用過的著作中顯然是站在瓦·彭克的立場上，並且力圖保持彭克的思想方法的。然而對東南哈薩克斯坦地形的精闢研究使得他們不能支持山前梯地面眾多性的假說。

“我們在這裡接觸到的是不是在山脈增長時的比較寧靜時期中變形了的各個時代的均夷面系呢？——他們說——或者是所有現代位於不同等高水平面的均夷面都是在山岳上升時受到變形的單一均夷面的一部分呢？——這個問題還是不是很清楚的”（見同書第160頁及162頁）。

Б. Л. 李契科夫劃分出一系列高度經常不變的水準面的觀念是經不住批評的，關於這一點我以前（1945年）曾經指出過。

不要根據上述各點來作結論，說我根本不同意幾個剝蝕面的說法。我在本章中只是論述學者意見的改變，目前一般地說來，這些意見都是不同意瓦·彭克的山前梯地假說的。

在後面的一章里我將要分析這個觀點，該章是專為分析和批評瓦·彭克這個盛行的見解而編寫的。

剝蝕水準面的描繪 海的等基面（изобазовые поверхности）（見上）可以很準確地表現出地形由於地殼升降運動而受到的變化，其表現的精確度有時可達一公尺的幾十分之一。海岸線的高度就是在等基線法的基礎上精確地定出的。剝蝕面的描繪其精確度要差得多。只是在不久以前，才以極概括的方式繪制了蘇聯境內剝蝕面圖。東南哈薩克斯坦山地的高剝蝕面圖繪制得比較精確（圖30，見上）。

就是在這些圖上所表現的也只是剝蝕面的分布面積，而不是它們的地形。

法國的地貌學者馬東與梅因所提出的方法是最精確的，它們把剝蝕面地形用等位線描繪出來（圖34）。這種等位線使我們得到關於剝蝕面變形的概念，因此，它們也就表現了地殼升降運動的數量。



圖 34. 中法蘭西地塊東南部的老第三紀侵蝕面圖

1—老第三紀水面以上的準面；2—老第三紀水面；3—砾石粘土沉積；4—沉積物的孤立地段；5—50公尺高的老第三紀地面的等立線；6—斷裂

第九章 雪綫水面

到現在為止，我才談了兩個地貌水面，我把它們叫做海蝕地貌水面及剝蝕地貌水面。這兩個水面在其發展過程中都力求接近

于地球体的面，并且海蝕面总是分布得比地球体的面低一些，而剝蝕面（准平原）則分布得比地球体的面高一些。

地球体的面可以看做是上述兩地貌水准面的發展極限，可以看做是兩种水准面的基准面。

在地球表面上有沒有任何其他的地貌水准面，而在这个水准面上有另外一些地貌过程在活動呢？

毫无疑问，这样的地貌水准面是有的。我們可以划分出高地貌水准面。不过所有的高地貌水准面并不是都可以相当确切地論述的，并且也不是每一种地貌水准面都具有同样的地貌意义。

在这一章里我將較为詳細地談談高地貌水准面中的一种。

在高水准面中，雪綫水准面具有最大的地貌意义。這是我們必須探討的第三种地貌水准面。

雪綫与雪圈 关于雪圈、冰圈概念的創始人实际上并不是亭达尔（象一般所說的那样），而是罗蒙諾索夫。他于 1763 年在專著“論地層”中用寒冷大气圈、冰冻大气圈、大气圈冷層等名詞确切地論述过这个概念。下面就是罗蒙諾索夫在論述西藏气候寒冷原因时所寫的一段：

“ 凡是知道永冻的距离，也就是說，大气圈冷層与下層地面或海面之間的距离的人，对于西藏的空气比那些和它同緯度的其他地方都要寒冷的原因就不会發生怀疑。可以肯定地說，西藏是高出海均衡面很多，它靠近大气圈冷層，在这种冷層中產生着雪和雹，那些不畏夏日炎熱的雪和雹不僅降落到我們所在的邊区，并且也从上面降落到最热的地帶。我們可以确信：嚴寒在无阻碍地控制着离我們头上不远的地方。常年为冰雪所复盖的高山頂指示着它的退却程度。有經驗的天文学者及地理学者曾經計算出，在赤道地方大气圈冷層約距海均衡面 4 俄里。在靠近極地帶，也就是說在 66 度半的地方，大气圈冷層就已經位于地平面上了。这个結合点在夏天向北移，在冬天向南移，可見嚴寒就位于大气圈冷層达到地平面的地方”①（見原書第175）。

“罗蒙諾索夫認為“大气圈冷層”在西藏位于海平面以上 3' / 俄里的高处。在“聖彼得堡”緯綫处則位于海面上 1' / 俄里处。至于說到南美，則“这一部分的主要

① 著重点是我加的——馬爾科夫。

高峯就是科迪勒拉山，它的聳入云霄的最高峯伸入到寒冷大氣圈內……。克維托省就位于這些山中，它剛好位于海面與水凍大氣圈中間一半之處”（見原書第175頁）。

大家都知道，所謂雪綫就是这样一个面，在这个面上，降落的固体降水量与融化的固体降水量間达到了平衡。我所說的雪綫是指气候的，或者更妥当一些說，是指着理論的雪綫而言的，也就是說，这是从地方条件中抽取出來的一种極端抽象的概念。理論的雪綫在于从年平均均衡上來研究降雪的堆積与消融之間的均衡状态，并將其看做一个水平面。因此，堆積与消融間短期破坏，以及地形的地区特点所造成的影响是忽略不計的。

在雪綫以上分布着万年雪区。万年雪区可能有的垂直厚度是怎样的，我們还知道得很少。实际上的，也就是說，在現存的高山范圍內的万年雪区是没有上界的，如果不总是这样的話，至少在大多数情况下是如此的。

不过最早的冰川学者亭达尔及海穆就已經認為：万年雪区是有某些一定的厚度的。亭达尔在九十年以前（1858年）曾經推断：如果山岳相当高的話，那么“万年雪地帶可能形成一个帶（пояс），在这个帶以下，夏季时会展开一片无雪的平原及山谷，在这个帶以上則聳立着无雪的山頂”①（見原書第198頁）。

海穆也曾推断有雪綫上界存在。他在1885年寫道，在某一臨界高度以上降雪的堆積条件会变得差一些，因此从理論上來說，不僅有雪綫下界，并且也一定有雪綫上界，虽然雪綫上界是否确实存在于任何某一山群中我們还不知道。无论如何，“雪区是一个厚度不等的層”（海穆）。有些地方，雪綫上界和下界相会合，而万年雪層就完全尖滅了。不要以为如果山岳相当高的話在任何地方就会有冰川。

冰川学的奠基者們發揮了这样的想法。他們認為，世界上存在着一定的垂直地帶的万年雪，这种地帶不僅有下界，而且有上界。很

①着重点是我加的——馬尔科夫。

久以后，在1923年，波蘭的冰川学者道布罗沃尔斯基把这个地带称为雪圈（хионосфера）。再以后，苏联的冰川学者П. A. 舒姆斯基发展了关于雪圈的概念，并且指出，在高纬度地方——南极洲及格陵兰北部——不仅确实有雪线下界，而且还有雪线上界。舒姆斯基曾经用一

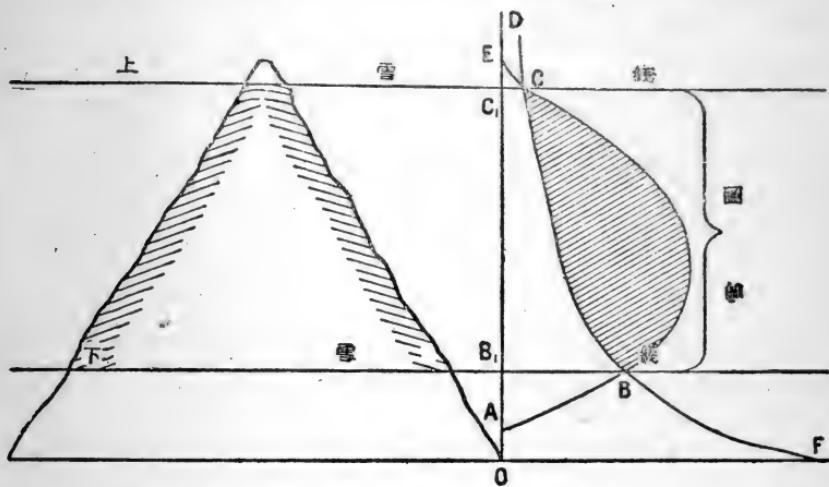


圖 35. 雪圈与雪線（据П. A.舒姆斯基）

个圖示解釋了关于雪圈的概念，这个圖示經我加以更改后引用在这里（見圖35），該圖示可以簡單地解述如下。

假設我們沿着橫坐标的軸記雪的消融量和堆積量，沿縱坐标的軸記高度的話，那么ABCDE綫就是雪在不同高度上的堆積曲綫，而FBCD綫就是雪在不同高度上的消融曲綫。可以看到：随着高度的增加，降水量也逐渐增长，以后，在高度繼續增長时的情况下，而达到某个数值，然后降水量就又減低了。这种規律性很明顯地表現在阿尔卑斯山和苏联中亞的山脉中，此規律也适用于山地的降雪。圖35中的堆積曲綫就指出了这种規律性。

消融曲綫就完全是另外一种情况。随着远离于地表面（它是使大气变热的主要源泉）的程度，消融量逐渐减少。

在圖表中，兩条曲綫相交于B点，然后往上互相分开，又互相接近，再一次地相交于C点。兩曲綫間画有綫條的地方指出了BC兩個高度之間的雪的堆積強度， B_1-C_1 的垂直距离就是雪圈的厚度； B_1

点在横坐标轴上的高度，亦即E₁—O这一段，相当于雪线下界的高度；C₁点的高度相当于雪线上界的高度，在雪线上界以上（即在雪圈以上），山岳仍升起到相当的高度。

以后为舒姆斯基着重地提出的这个概念，我们在本章里就要加以评述，不过实际上我们所接触到的通常总是雪线下界。下面为了简便起见，我将只说雪线。只在谈到雪线上界时，才使用“下界”这两个字。

我们都熟知，雪线有着不同的高度，它的高度既决定于地方的纬度或地带性因素，也决定于相对于大陆边界的位置，亦即区域性的因素。有一个剖面（图36）描绘出了垂直的经线方向的断面。在这个剖面上，上面的一条线表示现代的雪线，下面的一条线表示古雪线。在图上指出了雪线从两极到亚热带高压区的逐渐上升及在赤道带的稍稍下降。

我们也可以沿纬线方向画出这样的剖面来。譬如，经过亚非大陆画出这样的剖面，以便把关于雪线自阿尔卑斯至大陆深处逐渐上升及

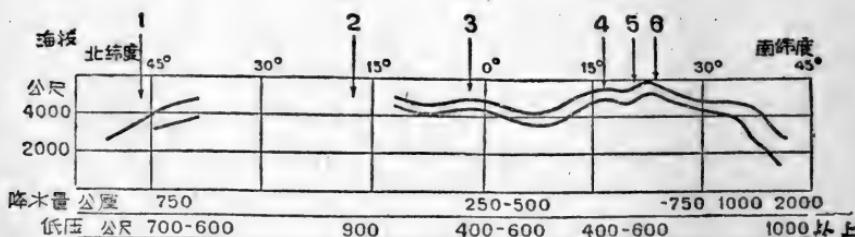


图36. 科迪勒拉山中的现代雪线与古雪线（据克留塔）

由于靠近太平洋海岸而稍稍低落的明显概念表示出来。描绘雪线高度的比较完善的方法不是直线法而是面積法。面積法是用等位线系来描绘雪线高度，对于了解得比较清楚的高地，如高加索、阿尔卑斯及斯堪的纳维亚山等来说，这个方法是可取的。高加索的类似的图早在30年以前就已由A.Л.莱因哈德绘制出了而北极的类似的图也已由阿尔曼及П.А.舒姆斯基绘制出。

在П.А.舒姆斯基所绘的图（图37）上可以明显地看到：大陆上

的气候雪綫的最高位置在亞北極区——拔海2000公尺到3000公尺处，在雅庫蒂亞东北方高度最大。奇妙的是在英迪吉卡河上游，在已經受到太平洋低压的影响的松塔尔-哈亞特地方，雪綫位于2300公尺高处。

在靠近海岸的地方，雪綫降低得很厉害，在北（朝向北冰洋）、西（朝向挪威）及东（朝向白令海）等方向平均高度为1000公尺。在更北的地方，在北極陸棚帶，雪綫仍繼續降低，不过降落得慢一些。

“在斯匹次卑尔根，600公尺的等雪綫几乎达于北緯 60° ，达到欧亞大陸的最北点。沿着斯瓦尔巴特东岸，可以看到等雪綫向南急剧弯曲。在巴倫支海及喀拉海北部，雪綫降低到100公尺以下；在新地島区，则接近于海水准面。沿新地島西岸，也可以看到等雪綫向北的折曲，在法蘭士約瑟夫地南部更加顯著。在这里，等雪綫在新地島中部減縮得很厉害，而在北緯 75° 以北，雪綫的降低就進行得較慢。在向南折向喀拉海以后，等雪綫又远远地偏向泰麥尔以北。然后，雪綫在北地島北部遽然低降到50公尺。更向东方，可以勉勉强强地看到等雪綫在新西伯利亚群島西部向北曲折。最后，在弗蘭格尔島地区，可以推断雪綫会升高很多（依照舒姆斯基的說法，可达1000公尺——馬尔科夫）。此时，雪綫異常高的地帶大概包括所有加拿大群島及格陵蘭北岸”（舒姆斯基）。

这幅圖給了我們一个非常清楚的关于雪綫面的复雜形态的概念。我們在头脑里总结一下这圖上的資料（圖37），就能一般地了解复雜而不規則的雪水準面的弯曲情况，亦即如本章标题所寫的雪綫水準面的弯曲情况。

决定雪綫水準面位置的因素 对我們說來，重構雪綫水準面的“地形”有下列的意义。首先，我們必須肯定：雪綫水準面可以决定几种特殊的地形形成作用的地方性，譬如：冰冻風化作用、土溜、冰川侵蝕及冰川堆積作用。因此，第一个問題就是：这些作用在靠近雪圈下部的那一部分地形改造过程中，所占的比重是怎样的。然后我們應該注意一个地貌学的基本問題，这就是研究我們所看到的古雪綫水準面，因为它是雪綫的原始高度与地壳升降运动帶給地形的那些变化之間的相互作用的結果。現在我們就來談一談这种的内外力作用之間的相互关系，这样的关系还研究得很少，但是在以后解釋地貌学的基本問題时

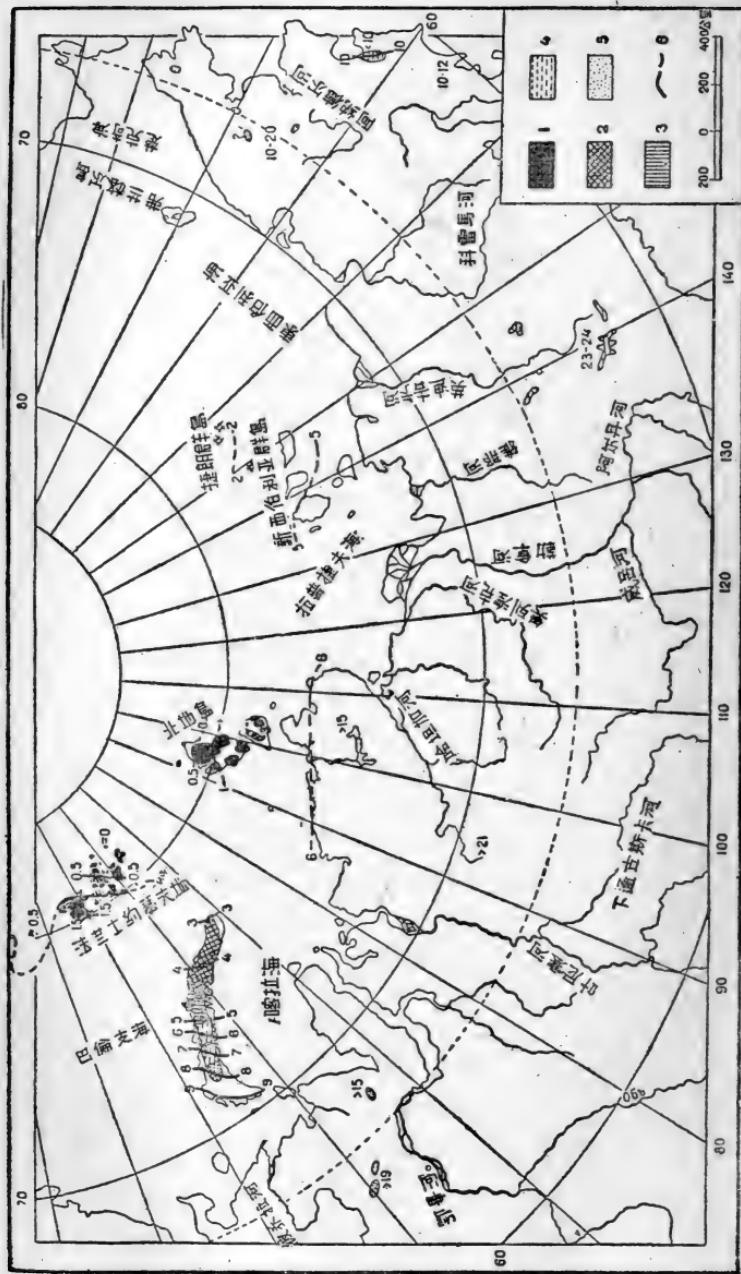


圖 37. 北極區的現代雪線水準面（據 H.a. 舒斯基）

1—殘余的穩定的複蓋冰川（有粒雪區）；殘余的不穩定的複蓋冰川（具有貧乏的粒雪或無粒雪）；
2—冰川（在氣候上講不通的圓谷冰川、懸冰川與湍雪原）；
3—冰川
4—阿尔卑斯式冰川地區；5—冰形冰川地區（在氣候上講不通的圓谷冰川、懸冰川與湍雪原）；
6—氣候雪線的標高
錢與海拔100公尺以上的氣候雪線的標高

很多地方都要提到它們。

我在这里不拟談第一个問題，即分析冰川因素在地貌上的積極的作用。不久以前，我曾为这个問題寫过一篇概論性文章，在这篇文章中，我曾經叙述了我的觀點，認為冰川侵蝕因素在地貌上的作用不甚大。

把我个人这个觀點扼要地講一下，可以只指出一点，这就是在現代由于冰川作用而發生的地形改造所起的作用是不大的。李赫捷尔用升起到“黑白界”以上的山頂的破坏及冰冻風化作用來解釋阿尔卑斯均夷地段的那个时代已經过去了。目前在那些專門研究冰川学的学者中，已經沒有人再認為，寬广的山谷是由冰川“刨蝕”而成，——而过去这是赫斯所深信的說法。自然，我們也不能因此就認為那些極端相反的結論是正确的——那种結論是所謂瑞士冰川学派(海穆)在上一世紀所提出的，他們完全否定冰川侵蝕的作用。但是我們可以說，直接由于雪綫附近的冰川侵蝕作用而生成的。山岳地形总的“数量”变化是很小的。

對我們來說这个結論具有下列意義。

如果將現代雪綫和古雪綫加以比較，并且定出它們高度位置間的主要差異，那么这种差異决不会是由于雪蝕、冰冻風化作用、冰川刨蝕，一句話，决不会由于与雪綫水准面有关的一切作用使地形發生了重大变化而產生的。

不过，倘使地形在时间上并未为上述作用所改变，那么不等于說，古雪綫处的地方特点与地貌条件之間，或者更确切一些說，与山勢条件之間沒有什么关系。問題在于，雪圈的上升或下降会引起固体降水在那些具有另一种地形类型特点的新的山勢条件下的堆積。譬如，在雪圈下降(雪綫低落)时，万年雪的堆積区可能占据那些过去位于積雪区以下和以外地区的古剝蝕水准面所在地。在这种情况下，万年雪的面積增加得非常厉害，而各个冰川的面積也相应地增長。寬广的積雪区使地区的气温格外低降，使雪綫低減。在任何另外一个地区，即使是在相鄰山区，当原始气候条件相似，但却处于另外一种地形条件下时，雪綫的降低和冰川作用面積增長的数量可能是極小的。

总而言之，由于地方的山勢条件不同，冰川作用面積及雪綫本身位置的变化可能具有各种不同的地方指标。1939年时，我曾把地方的

山勢因素在冰川作用面積变化上的反映称为冰川作用的地貌因素，現在我想还是称它为冰川作用的山勢因素（орографический фактор）好一些，因为这样比較确切些。

为了說明上面这一点，現在我們來看看过去学者对于喜馬拉雅山最高峯之一——南加-帕爾巴特山群（8124公尺）——的古冰川作用面積極小的原因所發表的各种意見。瓦·彭克在1936年提到这种反常現象时，曾認為这是由于南加-帕爾巴特山群的年青的上升，这种上升使得古冰川作用遺跡位于現代雪圈的下面。以后不久，莫拉維茨也回到这个問題上來，并且企圖證明，南加-帕爾巴特山群的古老冰川作用是比較小的，因为山坡陡，它們的水平投影也不大，在雪綫降低时沒有任何能顯著擴充万年雪面積的条件。依照莫拉維茨的說法，我們可以說，古冰川作用面積狹小是因为南加-帕爾巴特山地形的能量巨大。

如果我們假定莫拉維茨的解釋是正确的，那么我們在山勢因素对于冰川面積变化的影响方面就有了一个很好的例子了。

依照我个人从前所說的意見（1939年），可以划分出三种决定冰川作用面積变化的主要因素：山勢因素（見上）、气候因素及構造运动因素。

在分析后兩個冰川作用因素的作用以前，已經論述过了山勢因素的作用，現在來闡明我們所面臨的問題。

这就是：通过分析古老雪綫的弯曲來划分出上面剛說过的三种因素的影响，特別是要區別出構造运动因素对于古雪綫高度及弯曲特点的影响。如果把这种划分工作做好，就有可能區別出構造运动因素的作用，也就是說，确定古雪綫由于地壳升降运动而發生的变形形态与数值。这个方法对于研究与雪圈分布情况相一致的所有高山帶地形中的最新構造运动有重大的意义。因为在这种高山地帶中，是缺乏其他地貌表征的，例如河流階地——人們慣于用它來研究因地壳年青升降运动而發生的地球表面变形。

雪綫与地壳升降运动 为了向俄國学者表示敬意，必須指出，古雪綫位置的反常現象首先是他們指出來的，而这种現象是尽可以用地

壳运动來說明的。

1889年，K. И. 鮑格丹諾維奇在描述他在不久以前视察过的崑崙山的冰川作用时曾經指出：“过去冰川时期中的冰川發展情況和現在很少差異”（見原書第53頁）。关于崑崙山的古代冰川作用不大的情況也可以用中亞的气候干燥來說明。在中亞的条件下，古雪綫的低減率一般地說是不大的，因此，單指出这一点还不能推断崑崙山古雪綫的正常位置的被破坏是由于年青構造运动。但以后不久，K. И. 鮑格丹諾維奇就在东帕米尔進行了同样的觀察。

“在穆斯塔格-阿塔山群的东北坡，——他說——古冰磧的存在及山谷的形态明顯地指出这里曾經有过冰川，并且，尽管地形条件是有利的，但是規模巨大的冰川并未曾低降到13000呎以下的地方。做为極好的冰川中心地穆斯塔格-阿塔，在今天所具有的意义是比过去更大的。至少我在穆斯塔格-阿塔西南坡，在从卡拉塔什山隘到塔加爾馬的地方，并沒有看到那些古冰川遺跡，而为了解釋这些古冰川遺跡就必须假定地区的一般气候条件曾經發生过变化；相反的，与正在移动并下降之冰磧繼續相間的古冰磧的位置通常要比單純的老冰磧低得多——这應該用地方的原因來解釋……”（1899年，見原書第6頁）。

这里所說的“地方原因”是什么呢，K.И.鮑格丹諾維奇并没有指出来。不过他关于穆斯塔格-阿塔山群的雪綫高度的觀察可以大致地解釋这种情景。穆斯塔格-阿塔东北坡的雪綫比东南坡（4260—4550公尺，初夏时4860—5160公尺）稍微低一些。因此，东北坡的气候比东南坡的气候有利于冰川的發展。通常，在現代雪綫較低的地方，古老的雪綫也低減得比較厉害些（譬如在阿尔卑斯山）。所以我們可以預料在穆斯塔格-阿塔的东北坡能見到發展較大的古冰川的遺跡。而实际上，鮑格丹諾維奇却看到了相反的情景：东北坡的古冰川遺跡比东南坡要少些。而且，在穆斯塔格-阿塔的东北坡，現代的冰磧甚至降落到古冰磧的下面。

古冰川遺跡的这种分布情况和那些可以用气候条件解釋的現象恰好相反。这种分布情况也不能用穆斯塔格-阿塔东北坡的山勢条件來解釋，因为鮑格丹諾維奇已經指出这儿的山勢条件是“有利的”。只剩下一種推断是可能的，即穆斯塔格-阿塔东北部曾經蒙受了年青的隆起，因此古冰川遺跡比起現代的冰川与雪來顯得是升高了。

馬哈契克对于天山西部的古冰川作用作了很多的研究，但只發現了一个冰川时期的遺跡。他曾經推斷，在第四紀时天山曾經上升，因此比較老的冰磧升得比年青的冰磧高了。它們為後來的冰川时期的遺跡，或者也可能為現代的冰磧所復蓋，因而難以研究。

我个人曾經觀察了外伊犁阿拉套的、降落到古老冰磧以下的現代冰磧。这样的冰磧倒轉現象可以用一直繼續到現代的外伊犁阿拉套的年青隆起來解釋。在帕米尔的彼得第一山嶺，我不得不注意到下述的現象：在最后一次冰川期，沿着山嶺的南北兩坡伸展了兩條巨大的谷冰川——瓦希依冰川（約有60公里長）及穆克苏依冰川（約有150公里長）。在这兩条冰川后退以后（但并不是它們剛剛退却以后），在彼得第一山嶺的山坡上就开始發展起側冰川。側冰川的冰磧堆疊于大的縱冰川的兩岸冰磧之上，但并不是直接地疊在兩岸冰磧上，而是中間隔着淤積砂（阿尔曾格河谷）及帶狀粘土（穆克苏河谷）。彼得一世山側冰川的進襲被彼得一世山东段所局限。这一段地形具有異常明顯的高山特征，并且為逆掩斷層線所界限（山脉东部的古生代地層逆掩到山脉西部的中生代地層上）。下述阿尔曾格及穆克苏河谷的輪廓使得整个情景更加清楚：在上述山地的对面，山谷具有峽谷的特点（著名的穆克苏河峽谷），在峽谷以上山谷便擴展，成為寬闊的礫石河漫灘（在帕希姆加爾村附近及阿尔騰-馬札尔村附近）。我認為，所有这些事實都說明了彼得一世山嶺東段發生了年青的隆起。由于这个隆起，万年雪區就擴大到如此的程度，以至冰川有可能增長并且下降到离山坡还有一定距离的地方。山的隆起也引起了先成峽谷的切割，使阿尔曾格及穆克苏河上游地段的迴水作用，形成了这些河谷的寬闊的河漫灘（圖38）。

現在談一下B. H. 奧格涅夫在包巴什-阿塔山結（費爾干納山）所做的有趣的觀察。古冰磧在包巴什-阿塔的南坡發展得比北坡多。B. H. 奧格涅夫說：“这种“反常”現象可以很簡單地用下面的原因說明，这就是——高度的自然关系被較晚一些的山岳增長運動破壞了”（見原書第229頁）。

北烏拉爾的本質上与此相同的情景曾為Д. Г. 博奇及И. И. 克拉斯諾夫所指出。在維謝爾烏拉爾高地，“只見到最后一次冰川作用末期的

遺跡……这里在武木冰期末尾（或者在武木冰期以后）大概發生过100—200公尺高的隆起……。在最后一次气候变冷时期的隆起造成了有利于雛形冰川形态發展的条件”（見原書第67頁）。

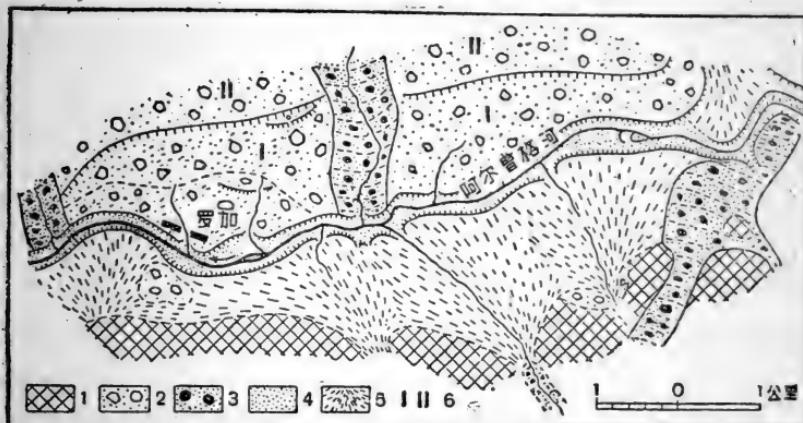


圖 38. 和彼得一世山嶺局部上升及其側冰川進襲有关的阿尔曾格河
(帕米尔西部) 的年青冰磧

1—基岩；2—主冰川的冰碛；3—側冰川的冰碛；4—游積物；5—冲
積錐；6—冰磧階地

这里不可能談到古雪綫水准面变形的問題，因为雪圈下界沒有和
那些位置較低的山接連。不过維謝爾烏拉尔的巨大冰川形态是由于下
降的雪圈及上升的維謝爾烏拉尔的相遇运动而生成的。

在上面所有的例子中都可以断定出与山岳的年青隆起有关的現
象。由于这种隆起，古雪綫（最后一次冰川作用的最盛时期）發生了
变形，被抬升起来，有的地方甚至于抬升到现代雪綫之上。与古雪綫
上升的同时，古冰川作用的遺跡也被抬升了。

我再用三个例子來补充上述的例子。这些例子是关于东亚、西欧
及北美的。

在西藏东端有一个高达7600公尺的中國最高的山群——貢噶山。
在这个山群的东坡，雪綫分布在5200—5400公尺的地方。因此，万年
雪尙超越于雪綫高度以上2公里。令人注意的是古冰川作用遺跡不甚
發展。古冰磧只下降到3800—4000公尺高处，而古冰川不过比现代冰
川低200—500公尺。古冰川長度与现代冰川長度之比为1.1和1.6比1。

而在阿尔卑斯，这种比例經确定为12:1，甚至达30:1。更使人驚異的是，在貢噶山坡上冰水沉積甚為發展。当山坡比目前平緩時，它們曾被河流切割并沉積下來。还需要指出的是，中國西藏的地面也是处于年青的侵蝕割切階段的。最后，貢噶山的植物是很有趣的亞熱帶型及高山型的混合群落。所有这些事實可以說明，在冰川作用时期貢噶山要比現在低一些，以后就升高了。

彭克曾在很長时期內否認在阿尔卑斯山有曾和冰川作用現象同时發生的年青隆起的特征。不过在最近20年來，这样的隆起已經完全为世人所公認，而且瑞士的学者別克甚至用阿尔卑斯山的隆起來解釋群智冰期与民德冰期。

利克申涅克尔更清楚地闡明了这种見解。他注意到这种情况——古雪綫及現代的雪綫都上升到山的深处，相互平行着。这样的情况不能說是正常的。在古冰川时期，阿尔卑斯的雪和冰是極多的，它不可能不引起当时中部阿尔卑斯区的格外寒冷及与此相应的雪綫的格外降低。因为这个因素在現代并不起决定性的作用，所以古雪綫与現代的雪綫是應該互相平行的。上述的新、老雪綫相互平行的現象只有这种推斷才能解釋，即古雪綫在冰川作用極盛时期以后曾經發生了穹狀隆起。

最近期間，学者也提到了北美山区的类似現象。沙爾普寫道，內華達州洪保德嶺东魯宾諾夫山上的古冰川具有一些特点，这些特点只有在推断曾有地壳运动的参与才能理解。这座山的高度大約在海面以上3500公尺（11400呎）。在山上，只發現相当于威斯康星期的兩個冰川期的遺跡。較老的冰川期遺跡並沒有顯露出來。这种情况可以用連續的、一直繼續到今日的山地隆起來解釋。在第四紀初期，这些山要比現在低得多。因此在第四紀前半期，在东魯宾諾夫山中冰川还未能形成。冰川作用初期的冰磧为断層所分割，并且垂直地沿着断層綫兩側移动了50呎。

类似的、可以說明由于地壳升降运动及与之相关的运动所造成的古雪綫变形的例子正越來越多。毫无疑问，随着时间的進展，我們在將任何地区的
新老雪綫位置加以比較并对气候因素与山誌因素的作用

加以修正之后，就能得到关于地壳年青运动的方向、幅度与形态的概念。

所以，雪綫是一个以特殊地形形成作用之結合为特点的地貌水准面。地貌学者如果确定了一定期期，例如最后一次冰川作用的最盛时期的这种水准面，就等于掌握了一种方法，这种方法能使他研究雪蝕与地壳振盪运动間的相互作用，也就是內外力作用間的相互作用。

第十章 上部剥蝕水准面与山頂面

阿·彭克的上部剥蝕水准面 1889年，阿·彭克提出了关于上部剥蝕水准面的概念。这个綜合的概念是根据分布得很广而絕妙的現象——高山山頂水准面的恆久不变——而得出來的，而上述的現象是山岳研究者經常看到的。

阿·彭克在其所著的“地表形态学”一書中發表了他关于絕對上部剥蝕水准面的概念如下：山地的隆起越快，則山頂的破坏作用進行得也越快。因此，通过各山的最高点可以划出“圍繞整个地球的絕對上部剥蝕水准面，沒有任何一个山頂可以再上升到这个水准面以上”（見后附目錄1894年之第一种，第367頁）。上部剥蝕水准面的位置决定了各种因素：風化作用的強度、岩石的性質、隆起的速度。如果这些因素中的每一个在空間上的变化都是逐漸進行的，或者如果它們的数量总合最后为地球表面上不同地点山脉高度相当均匀的降低建立了前提，那就会發生奇妙的山頂高度恆久不变的現象，这种現象常使学者投以驚異的目光。我們可以依照 И.С. 舒金的資料，举出科学院山的近乎同一高度的許多山頂作例子（只有高达7495公尺的斯大林峰例外）。如莫洛托夫峯高6868公尺，伏罗希洛夫峯高6886公尺，奧尔忠尼啓則峯高6346公尺，加爾莫峯高6615公尺，共產主义学院峯高6452公尺，穆斯治日尔格峯高6316公尺，桑达尔高峯6160公尺。

整个帕米尔的地形是一个倾斜的凹形碗，構成碗底的是絕對高度变动范围較小（5000——6000公尺）的无雪的山頂。这个“碗”的边缘

为万年雪带象花边似地装饰出来，高达7100—7750公尺：科学院嶺（7495公尺）、外阿萊嶺（7127公尺）、薩雷-科尔嶺（穆斯塔格-阿塔7433公尺）、兴都庫什嶺（7750公尺）（見圖31）。

整个这塊地方也恰好可以做为高度变化比較緩慢的例子。想象的、通过中部帕米尔最高点的面虽然在其边缘地方要比中部升高2500公尺，但是上升得很均匀，所以形成了就象阿·彭克所理解那样的山頂面。

觀察了帕米尔數不尽的山峯的景象以后，我們都对其外形的崢嶸及風化遺跡的鮮明感到驚異。毫无疑问，各个山頂的破坏是以極大的強度進行着的，这种破坏強度使山頂高度难以進一步地增長。但是，它們是否已經达到絕對上部剝蝕水准面了呢？要知道，从另一方面來看，我在上面所提到的、中部帕米尔平緩碗底的边缘，形成了更高的山嶺：科学院嶺、外阿萊嶺、穆斯塔格-阿塔嶺、昆古尔嶺及兴都庫什嶺。它們被粒雪緊緊地包裹着，顯然，在粒雪的下面，山頂的剝蝕是不会進行的，或者是進行得很慢。能不能是那些增進降水的有利的朝向促進了这种粒雪保护層的堆積，而这种粒雪保护層在山岳進一步的隆起过程中保存了山頂？或者是帕米尔周圍的隆起進行得極其強烈，以致山的高度尽管在外力作用总和的破坏作用之下仍能增長？

无论如何，我們从帕米尔的例子可以看出，絕對上部剝蝕水准面无论如何不是一种水平的面。山頂面之“波形”变动幅度可能为几公里。

1894年，阿·彭克在估計了决定山岳高度的各种因素的作用以后得出結論說，在各种因素中，最主要的就是雪綫的高度及林界的高度。問題在于：这三种界綫在不同緯度上表現出的变化过程是非常一致的，彭克認為这些变化过程在成因方面是相互关联的。他曾經做出一張表（見后附文献目錄，卷二，第333頁），在这張表上，山岳、雪綫及森林上界高度变动的相似情况表現得極为明顯。

所有超过拔海6000公尺的山頂，——彭克寫道，——都集中在南、北緯 45° 的低緯度地帶。而在極地地区，就沒有拔海超过4000

①不过这个“規律”是有很多例外的。在南北兩半球的高緯度地帶都有“非常”高的山，譬如：阿拉斯加的金列依山——6180公尺，格陵蘭东部的瓦特金斯山——3955公尺，南極洲的埃列布斯火山——4023公尺。

公尺的山頂❶。高度在8000公尺以上的最高山并不在赤道，而是在北半球的北緯 32° 与 37° 之間。南半球的最高点——阿康加瓜山也位于南緯 32° 。雪綫也是与此完全相同地自極地向亞热带上升，然后在赤道附近稍稍下降。森林界綫的經綫方向的剖面也表明了同样的变化过程。彭克根据这些曲綫的类似現象得出結論說，在林界以上，山岳的破坏作用馬上就比森林帶內山岳的破坏作用強烈得多；至于說到雪綫，則它形成了第二个垂直方面的界綫，在这个界綫附近山岳的破坏作用又复強烈。因此，山虽然可以增長到雪綫以上的高度，不过只能超过它有限的高度，而这个高度不会多于3公里。因为这种相互关系出現在年青的及積極上升的山脉中（地中海——亞洲中部帶，科迪勒拉——安第斯），所以就是在迅速上升最优越的条件下，外力作用也会給山的進一步增長以一个限度。因此，地球上最高山的山頂面才是真正的絕對上部剥蝕水准面，这就是阿·彭克的思想过程。

对阿·彭克观点的批判 恐怕我們現在还不能很認真地推断：山的現代高度取决于它們“成長”到一个絕對上限——絕對上部剥蝕水准面的情况。当彭克在提出这样观点的时期，人們几乎还没有估計到年青的構造作用的意义，而我們現在知道，年青的構造作用曾經造成了最高的山脉。这些运动的能力是如此巨大，以致使我們怀疑山嶺的向下減低是否能抵消这种运动。

除去上面所說的一般的理由以外，我們只要看一下世界分層設色圖也就是可以深信阿·彭克的假定是不可信的。我們只要考察一下科迪勒拉山及安第斯山的地形就可以对彭克的观念來一次主要的考驗，因为这两条山脉都穿过不同的緯度帶。在北美，北緯 60° 以北的山最高（北伊利山、金列依山）。該处的山比北緯 35° 与 45° 之間的山高2公里，这就和彭克的“規律”完全相反；在安第斯山，最高点实际上是在位于热帶地区。不过，朝向大陸的阿塔卡姆太平洋深凹地也通过这里。安第斯山的这一段遭受了最強烈的年青構造运动。能夠說明这一段安第斯山高度的是年青構造运动而不是上部剥蝕水准面的升高。

現在沒有一個人会有这样的想法，認為旧大陸上的最高点是位于北緯 30° 与 40° 之間的。因为在上述緯度里，上部剥蝕水准面上升得最

高。欧亞大陸山脉中的阿尔卑斯緯度地帶的位置是和地中海地槽的歷史以及新的隆起的強度相关联的。在这里，世界上最大的高陸塊形成了西藏，其西南兩方为喀喇崑崙与喜馬拉雅山所圍繞。喜馬拉雅山与喀喇崑崙山比西藏高，但是喜馬拉雅山与喀喇崑崙山的雪綫比西藏的雪綫低。大家知道，在西藏几乎沒有木本植物，然而正是西藏是世界上最大的高山陸塊。簡言之，就是在世界上最寬广的高山区，山岳高度、雪綫高度与木本植物分布情况間的相互关系和彭克所說的相反。

根据上述各点可以得出一个結論，就是：世界上的总的山勢情景与推想出來的絕對上部剥蝕基准的位置并沒有任何共同之点。那么，一般說，这个概念到底是不是可能的呢？关于山的破坏速度随着地方高度增加的程度而增大这个推断是不是符合实际情况呢？我們可以提出很多的反对意見來駁斥这个推断。首先，随着高的增加，晝夜間的气温变化減小了❶，其次，最高的山都为粒雪冰所复蓋，毫无疑问，粒雪可保护高山免遭風化。在同样的情况下，当一个个的高的山峯沒有雪的时候，它們也就沒有水，而水是風化（冰冻的）作用及物質沿山坡向下移动的最强的原动力。

因此，当彭克从1919年起以“山頂面”的概念來代替“上部剥蝕水准面”的概念时，我們对于这种情况并不感到驚異。

“山頂面”这个名詞是从德文“Gipfelfluhr”翻譯來的，有时在俄文文献中被音譯成很难听的名詞“гипфельфлур”。山頂面这个概念是阿·彭克于1919年提出來的。海穆在1927年时曾經很正确地指出：这个字彙在并不决定山頂面的形成方式时是适用的。

“山頂面”这个名詞和过去提出來的“上部剥蝕水准面”表示着同一个現象。不过，和后者不同的是“山頂面”并不是表示成因的概念。山頂面是怎样形成的呢？——关于这个問題該名称本身絲毫也未告訴我們。不过我們不能根据这一点就斷定：这个概念的作者阿·彭克未曾試圖解釋山頂面是怎样形成的。这样的尝试早在阿·彭克的第一部著

❶这个現象早在1889年就为沃耶依科夫所暗熟。譬如在阿尔卑斯山，臧布利克（3106公尺）一年中晝夜間的溫差在 2.1° 以下，而慕尼黑一年中的晝夜間的溫差达 9.2° （見J. C. 贝尔格的“气候学”，第285頁）。

作(1919年)中就已經做过了，不过我們最好是把它看做脫离了一定的明确觀念及承認山頂面多样性的著作。

山頂面 阿·彭克的論点曾为A. C. 爱傑爾什捷因用俄文很好地陈述出來。因此我才能用極簡要的形式來論述它們，并且只考慮到那些重要的說明山頂面問題的新論点。

阿·彭克論文的鋒芒是为了反对戴維斯的侵蝕循環學說的。整个說來，戴維斯可能主要是为了教学的目的，而常常重复地說，地形的發展經過一系列从青年期到老年期的階段。由于經常地指出这种可能的地形發展途徑以致使人感到：戴維斯認為地形發展的方向似乎是預先被規定好由起始的山地階段發展至准平原階段的。阿·彭克分析了阿尔卑斯的地形，企圖指明：阿尔卑斯山并沒有什么預先被規定好的地形發展途徑；还有，阿尔卑斯山各个部分都具有自己的烙記在其外形上的發展歷史。

对于阿尔卑斯山說來，最大的特点就是它的高山的面貌，这是經過一定的發展道路、在上升速度和河流網割切速度的一定的均衡条件下生成的。如果这样的均勢曾經確立的話，那么做为上升結果的山脉高度的增長就会由于河流網的割切及相对兩山坡的自主流相背后退而被完全破坏（山坡不可能超过某一極限陡度）。由于上升、河流割切及山坡后退等作用的这种結合，山的高度就会保持絕對的不变或相对的不变，不过这只能在上述条件結合恆久不变的情况下才能保持，也就是說，上升的速度，河流割切的強度以及河流中間的距离（它决定着山嶺的寬度，因而也就决定着在該高度条件下的山坡陡度）等条件的結合必須恆久不变。所以分水嶺尖頂的面是一种为該分水嶺綫所局限的地方現象，因为在寬广度或大或小的地方，这些条件中的每一个別条件（譬如，主流間的距离）是会变化的，这样，合成起來的作用間的均勢也就破坏了。

如果阿尔卑斯高山的山嶺高度終于能保存着恆久不变的話，那么这种現象只能說是由于另外某一种补充因素的影响。这种因素就是——山嶺的風化作用随着其上升程度而加強。山“自上往下地”低減，漸近于某一界綫，这个界綫就正是上部剝蝕面。阿·彭克繼續坚持着

这个观念，

誠然，他也描述了另外兩种可能性的發展途徑。其中有一个是：当上升的幅度与速度不象上面才說过的情况那么大的时候，山只能“达于”中山的外形。在上升程度最小的情况下，地形就会繼續不变地保存着平原的特征。在第二及第三兩种情况下，高度变化的幅度虽然比第一种情况小些，但仍旧是各不相同的，并且高度方面的水准面是没有的。这种水准面和在高山地形發展中的情况一样，是在具备同一种补充条件的时候產生的，这就是主流間距离的恆久不变。

我們可以看到：阿·彭克在这篇文章里把問題复雜化了。高度的恆久不变是各种不同类型的地形，如：类平原、中山、高山都可能有的；在每一种类型范围之内，高度的恆久不变是在具有同样的河流網密度的条件下自下而上形成的；在高山地形的情况下，山地高度的平均化是“自上而下地”進行着的。

实际上，关于上部剥蝕水准面的普遍意义这个概念已經被这个概念的原作者所破坏了。

但是，这个概念曾顯得很有生命力，甚至有人在不久之后就想來作阿尔卑斯山頂面的制圖工作。这种圖的例子在1921年發表出來，作者就是列維；他用等位綫把別尔宁和安科格尔兩山塊間的东阿尔卑斯山西部山頂面画了出来。这幅圖的比例尺是1:750000。等高綫距为100公尺。作者用等高綫把上述地区中的最高点联結在一起。因此，这幅圖已只不过成了等高綫圖的綜合而已（圖39）。

不过，由于地形中的細節被作者故意地省略掉，地形的主要外形就因而能在圖上比較明顯地現了出来。列維把山頂面概念与大褶皺頂部及其縱軸的頂端联系了起来。

当然，列維的圖并没有表現出比等高綫圖更新的意义來。他的圖只不过是將地形的真实情景簡化，以便做出关于山頂面觀念的圖解，因而絲毫不能論証这个概念。

另外一个試圖說明山頂面問題的是阿尔別尔特·海穆。海穆在阿·彭克以后不久就談到了关于山頂面的問題。他曾以一部專著來論述这个問題，这部專著在1927年被分成几本小冊子出版。

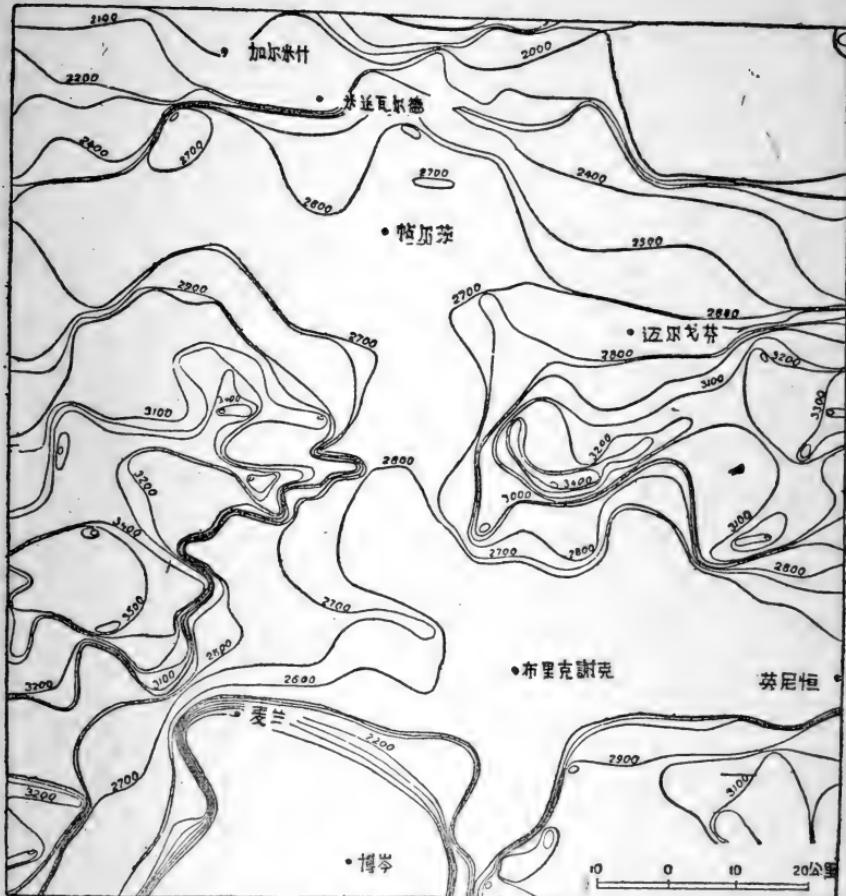


圖 39. 用等位綫描繪阿尔卑斯山頂面的嘗試（据列維）

他也同样地对阿尔卑斯整个地区或其延展地帶山頂水准面的恆久不变而感到驚異。

“所有我的讀者都會从阿尔卑斯的最高点 觀察过阿尔卑斯，这座山的美丽圖景在他們的心目中留下了深刻的印象。他們會提到位于他們面前的“山頂之海”。在他們看來,这样的比較是很近似的,因为在任何情况下,在相鄰的地区中,山頂在高度上总是表現了出奇的恆久不变,就好象海中的波浪一样。而所有山地的面積和單个的山比較起來顯得如此之大,差不多和海与海浪的比較一样(第3頁)。

在广大地区里,阿尔卑斯最高点的标高变动于300——400公尺之間,其变动幅度总不超过1000公尺。

在試圖解釋形成波狀山頂面的高度之恆久不变現象时,首先就需

要將山頂面和阿尔卑斯的地質構造对比一下。这样的对比指出：山頂面割切了地質構造。如果我們在圖上画出懸空的褶皺線，把地質構造重構起來，就可以發現地質面和地形面中間的極大的差異。在地質構造升起較高的地方，例如，在褶皺軸頂端地区，割切深度尤其大。在这里，地形面和地質面的不一致达十多公里，有时达40——50公里。因此，阿尔卑斯的高度只不过是它們的地質構造所“提示”的高度的 $\frac{1}{2}$ —— $\frac{1}{3}$ 。不过我們不能因此就得出結論說：阿尔卑斯过去曾真的达到过40——50公里这样推想的高度。有兩种作用限制了阿尔卑斯的高度。这兩种作用照海穆所想象的是：（1）整个山地的均衡下降；（2）“自上而下”把地形削減到山頂水准面的剝蝕作用。

自然應該想到这个問題——为什么山頂就会降低到某一比較固定的水准面？海穆認為：归根到底，这个原因就是侵蝕作用和剝蝕作用的主基准——洋水准面——的水平性。自然，侵蝕作用和剝蝕作用在侵入到山地深处时，曾經受到各种不同的地方因素的影响。譬如，阿尔卑斯的南坡就比北坡陡些，这反映着原始大地構造地形的不平，这种原始大地構造地形就在南北坡的侵蝕作用中加上了不同的烙印。地方侵蝕基准就是阿尔卑斯的湖水准面。剝蝕作用則决定于岩性等等。不过，最后凌駕于所有地方因素之上的还有一个总的的因素，这就是剝蝕作用与洋水准面的关联。因此，山頂面的平坦性乃是世界海洋面水平性的反映。海穆說：“海控制着山頂面”。这样，海穆就回轉到了为彭克所反对，而为戴維斯所一再坚持的戴維斯的觀点上。

阿·彭克在1924年曾經指出，山頂面是阿尔卑斯外形中的主要特点之一（他的文章題目是“阿尔卑斯的外形”）。他第一个將山頂面与石化的海面相比拟。“正如海浪 总不会比 平均海水準面 高出很多一样，相鄰的山頂也具有近乎相同的高度。我們可以通过各个山頂得出一个理想的平面。这就是山頂面……初看起來它似乎是平坦的，但实际上，它的高度在山地范圍內是有变化的，就和山頂高度在山地范圍內的变化一样”。

彭克在这一篇文章中并沒有解釋山頂面的成因。他所注意的只是山頂面的变形。彭克認為：山頂面的上升与下降直接反映了地壳垂直

运动的幅度。他指出：凡是在山頂面特別高的地方，切入到其中去的山谷的谷坡最陡。因此，山谷的切割進行得很強烈，而这种切割是决定于山的上升作用的。同样地，凡是山頂面較低的地方，山頂面被切割得也較少，阿尔卑斯山頂面之呈波形是地壳年青隆起的痕跡。而山頂面的弯曲也就是大褶皺——年青構造运动的主要形态，同时也是阿尔卑斯現代地形的基礎。

結論 彭克所清楚地提出來的关于上部剝蝕水准面的原理，就象我們所看到的，是与地面高度的实际分布情况，雪綫及森林上界的降低相矛盾的。又產生了“山頂面”的觀念，学者們力圖通过更復雜的途徑來解釋这种山頂面。顯然，任何地区的高度均等現象是在不同的上升高度与速度这种条件下、但只在个别的場合——即在它达到上部剝蝕水准面时，才可能發生。因此，学者的注意力又轉向于做为地形夷平因素的河流侵蝕作用。他們忽然回复到老的想法，就是准平原化作用——“自下而上的均夷作用”和“自上而下的均夷作用”一样，形成了山頂面的波狀弯曲。这种想法在阿·彭克于1920年以前發表的文章中表現得很明顯，在海穆的著作中，这种想法表現得更为顯著。

实际說來，清楚的、但不真实的絕對上部剝蝕水准面的概念只不过是被不清楚的关于山頂面的概念所代替了。这个概念的不明确性表現在成因方面。現在我們已經了解，要想說明我們已經看到的現象，不应只研究一种因素，而是要研究許多种因素，也就是應該研究各种因素的一定的結合，因为这种結合促成了比較簡單的山頂面的形成。不过，毫无疑问，在我們意識到山頂面的复雜性以后，当研究个别的具体地区时，就会越發感到它的难以解釋。在三、四十年以前，在只想到山頂面的一种形成途徑时，关于山頂面的解釋是很簡單的，而現在的解釋却是如此的困难。山頂面的成因既然很多，那么我們就應該把所有这此成因的具体意义加以衡量与研究。不过在实际上，山頂面現象的研究几乎是沒有進行的。实言之，攀援各山的最高峯來作这种系統的觀察是很困难的。

在山岳研究者的心目中，对于山頂面的“感覺”并不是已經化為烏有了。不过学者对于这个現象的理解已远較几十年前發展了。

現在我們再來想象一下我在本章開始時所提到的東帕米爾地形情景：形成東帕米爾“碗”底的無數山嶺的高度近乎均等；它的邊緣升起得很高；穆茲科爾嶺聳立在東帕米爾的中部，破壞了東帕米爾諸山在高度上的一致。

東帕米爾中部諸山有同樣的高度可以用地形的均勻切割來說明。但是我們怎樣來解釋穆茲科爾這座高山及高聳的帕米爾的邊緣山帶呢？是否可以用帕米爾邊緣的年青隆起的幅度比中部地區大來解釋呢？從邏輯上來說，這個概念好象不太正確，但這已為年青構造運動的實際研究材料所直接証實。或者說，是不是位於帕米爾邊緣山嶺的大量粒雪保護了它們，使它們免於遭受風化作用的破壞了呢？這樣的假定也是說得過去的。不過，這一個假定並沒有關於在粒雪下面進行的風化作用的具體知識為根據。

總之，按我們現有的知識水平來說，我們可以承認山頂面的真實的並且是實際存在的現象。不過，這個概念的內容只是在山勢方面被我們了解了，在成因方面我們還不清楚。因此我們目前還不可能用觀察山頂面的方法來研究地殼的升降。

我們只能夠提出一個一般的見解，就是山頂面地形的令人驚異的單純性不可能不是同一地段中地殼年青運動幅度恆久不變的反映。

因此，山頂面的成因在目前還是一個懸而未決的問題，因此，是留待我們解決的現代地貌學中的基本問題之一。

我們已經依據與各主要外力作用相適應的地貌水準面上部剝蝕水準面——海蝕—堆積水準面、雪綫剝蝕水準面、上部剝蝕水準面——研究了各主要外力作用的活動情形。對於我們的研究目的來說，重要的是上述地貌面的一個特性，即它們極力想要和朝向地心方向的作用力處於一種正常的关系——海蝕剝蝕水準面極力想要自下而上地接近於地球體的面（也就是垂直於重力方向的面）；剝蝕面極力想要自上而下地接近於同一個面；雪綫水準面和上部剝蝕水準面的位置決定於重力的作用（風化作用與冰川作用產物的移動，上升氣流的移動）及太陽

的朝向地面的及自地面反射回去的光能。

地貌水准面地形的研究可以使我們確定它們在地殼垂直升降運動後發生的變形。

這樣，我們就得到了一個普遍的方法，用以研究那些由於部分外力作用與部分內力作用的相互作用而生成的主要地貌作用。

我們的下一個任務就是闡明本書前三篇中所說的概念，在地形發展史中受到了什麼樣的變化。

第四篇 地形的發展

第十一章 地形的年齡

我們在本書最前面做了一些緒論以後，曾把所有的注意力都放在解釋局部地貌過程中的內外力相互作用的規律性上。

因為地形是由於地球硬殼的物質移動而形成的，所以地貌學者的基本任務就是研究這種移動情況。不過地質學者和地貌學者在估計地殼物質運動的作用時，他們的標準可能不同，分歧的重要原因在於：不是所有地球硬殼的物質移動都表現在地球表面上、並獲得地貌的表現的。物質的垂直移動，或者更準確一些說，具有垂直組成的地球硬殼的物質移動，就具有這些特點。

因此，譬如說，在大陸水平運動的假說中，和物質垂直運動有關的兩種作用獲得了直接的地貌表現，這兩種作用是：矽鋁物質在矽鎂殼上的漂浮作用及褶皺山在運動著的大陸前的堆疊作用。這個見解是很重要的，因為在內力地貌過程部分中，現代的大地構造學認為垂直（升降）運動有極大的意義。後者已在本書第三篇根據地貌學的觀點討論過。它們和外力地貌過程的相互關係形成了地貌準面。

地球上地形的發展、它的研究方法及地形發展的主要的一般規律——這就是本書第四篇的內容。

1. 地形年齡是什麼？

美國地理學派所理解的地形年齡 在本章開始時，必須把標題上提出的問題解釋清楚。問題在於：圍繞著這個問題，學者曾經提出了不同的觀點，有一部分是名稱上的，有一部分是關於問題本質的。這個問題是由於學者對於戴維斯提出的觀念所展開的爭論而引起的。他在自己的早期作品中，曾經使用過**年齡**（地形的）這個名詞，這個名

詞被他理解为地形發展中的階段性。依照戴維斯的命名法，“幼年”、“壯年”、“老年”这几个名詞用來形容地形时，就表示地形的年齡。不过戴維斯在把这些名詞引用到地理学的日常生活中去时，只追求一个目的——指出某一具体地形演化阶段处于地形演化的“正常”周期內始期或末期中的地位。在这些字义中，并沒有断定地形演化阶段与地質年齡的关系的企圖，而这是可能的，并且是必須的。这样，对于地形年齡問題就同时發生了兩种不同的理解，即常被不完全恰当地称为这个問題的地貌学的理解及地質学的理解。应当比較詳尽地說明戴維斯对于这个問題的觀念。戴維斯在其关于地理循环（1899）的著名論文中，曾表达出下述思想：

“随着时间的進展，——戴維斯說，由于風化（деструктивные）作用而引起的变化（指地形——馬尔科夫）規模也在增長，不过无论在什么时候，这些变化的規模与速度都不是时间的簡單函数。变化（指地形——馬尔科夫）的規模局限于：首先是，一个地方超越于海面上的高度……。正常侵蝕作用影响下的变化速度……最初是比较小的，以后就增加到一定的最大限度，最后，減低至某种最小的限度。坚硬陸塊的全部剝蝕顯然要比柔軟岩石面的剝蝕需要較多的时间，但是我們目前还无法估計它的年數或世紀……，我們在目前可以提出的較好的办法就是对于这些不好断定的部分給以整个的判断，在这方面，沒有比“地理循环”这个名詞再好的了。如果能够断定地理划分与地質划分之間的关系，就会象很多地貌学者所指出的那样，对于白堊紀与第三紀的循环时期的相关方程得出近似的解决”（見第483頁）。

在上面的引文中，包含着以下的思想：在一定的时期中（地質年代），地貌过程可以發生各种不同的地貌結果。因而，規定出自自己的、关于地形年令的地貌名称來是很适当的。

在上述文章中，戴維斯使用了地形年令这个名詞。

大家都知道，从1919年起，地理循环的觀念开始受到各方面的（主要是德國地理学者的）批評。由于沒有看到当时美國地貌学的主要方向——它的進步方向，这些批評很多在方法論上都有缺点（如帕薩爾格、赫特納）。譬如，反对为所有美國学派的著作所沾染的“演繹法”的意見就是这样的。但也有一些針對本質的批評。这些異議中，主要的在于：構成他的規律的循环阶段（幼年——壯年——老

年)的更替不僅与地形演化階段的真實順序不相符，并且在邏輯上也是非常有条件的。

戴維斯所說的地形的幼年階段是指由於陸地表面突然隆起而生的循環的開始階段。地理循環的觀念並沒有反映出地形在其隆起過程中的發展情況。因此，實際說來，戴維斯只想到了一個主要的階段順序——地形的下降的發展，即自山至準平原的發展。

然而，如果我們不放过前半部過程而來研究陸地地段隆起時的地形發展，就可以得到完全不同的另一種地形發展順序——開始由準平原到山，也就是說，地形的上升的發展。

因此，地形的“幼年”、“壯年”、“老年”等名詞純粹是任意的。它們既不屬於地質年齡，也不符合地貌“循環”的邏輯原理，因為它只包括地貌循環的後半部。

現在我們談談戴維斯本人論述的要點。在形成一個整個循環的上升發展過程及以後的下降發展過程中，地形曾經有兩次具有準平原的外形，有兩次具有割切程度為中等的山地地形，有一次為高山地形。因此，戴維斯的命名法會使人斷定一個地形應屬於那個發展階段時常會發生謬誤。循環之間的“幼年”地形比循環開始的“壯年”地形或“老年”地形發生要晚。

所以，戴維斯所提出來的階段的概念並沒有真實的內容。譬如，天山的幼年地形要比內陸剝蝕高原的“老年”地形晚一些形成。幼年階段跟在老年階段的後面——這個結論是荒謬的，而這就是從採用戴維斯演化系列的概念中得出來的。而且，這個系列的某一個單元是在什麼時候形成的，也完全不知道。我們對於戴維斯地理循環觀念的結論可以有很多正確的責難。

戴維斯對於來自海外的批評很警覺地起了反應，並且會以篇幅巨大的辯論性文章(在1923, 1924, 1932年)來答復這些批評。現在我來談一談其中的一篇，即“地表的解釋性描述”第二版(1924年)的緒論。

在這篇緒論中，戴維斯談到了名稱，也談到了問題的本質。他說：“幼年的”、“壯年的”、“老年的”(地形)等名詞只着重於地形階

段距离循环开始时的程度。它们可以比较妥当地用“早期的”、“中期的”及“晚期的”地形演化阶段等名词来代替。不过问题就在于：对于戴维斯来说，地形的外形是断定地形演化阶段的标准。很难想象，这种命名可以和戴维斯所提出来的年令的地质涵义相混淆。当人们提到“年青的櫟树”及“年老的蘑菇”的时候，没有一个人会想到：櫟树的绝对生活期比蘑菇短。这些名词只是表示：櫟树处于自己发展阶段的初期，而蘑菇已将近于其生活道路中的末期（见第13页）。

不过就是这样的长篇大论也是无济于事的。因为第一：地貌概念与地质概念之间没有任何关联这一点已经是一个显著的缺点；第二，用来表示地形演化的、以地形外形为根据的“幼年”、“老年”等名词一点也不能断定一个具体类型的地形在演化系列中的地位，它离发展道路起点的距离。

戴维斯引用很多他本人的结论来辩解，说形态的发展可以沿着不同的道路前进，而不只是一个预定的道路——自“幼年的”地形到“老年的”地形。

不过所有的不幸就在于：类似的附加条件提出的太少了，过于畏缩了，也过于肯定地强调了地形发展的法规（它构成地理循环学说的内容）。

地形的绝对年齡 我们应该承认，象戴维斯所理解的那样的地形年令的观念并没有提出关于地形发展的方向。因此，它甚至于不能解决那些矛盾的问题，而这个观念本来是为了解决这些问题而发展起来的。所以，我们必须走另外一条路。这条路就是：我们不仅要象戴维斯那样去确定地形的面貌，并且还要确定出它的绝对的（地质的）年令。当我们依次地确定了某一个地区的地形年齡，并且了解了地形的面貌怎样依照年齡而变化的时候，我们就会获得关于地形演化的概念。

因此，为了研究地形的演化，必须断定它的年齡。地形年齡是关于它形成的绝对时间的概念。

2. 定形地形

“地形年令”这个名词本身就包含着内在的矛盾。矛盾在于：这个名词是用来说明现代地貌的。当我们说到地形年齡的时候，研究者

所指的是古代地形，即他所見到的古代地形的一种类似物，而不是一种相同之物。当我们研究山岳的古代剥蝕面，并且看到从这个剥蝕面冲刷下來并堆積在山脚的疏松堆積物的时候，就会真实地感到“地形年令”这个名詞用在現代地形上是有条件的。

阿·彭克曾經竭力強調地方性侵蝕基准保留了古代的地形，不过他也不得不承認：古代地形在自己的發展过程中并不是呆立不动的。它会繼續地变化，并且，山前梯地也会向上移动，移动到隆起的山穹中央。

例如有一个天山均夷面，它到处都复蓋着細粒的冲積物，并被很多具有平原水流特点的河流所切割。但这不是被保留下來的、上升到很大高度的古代地形地段，而是繼續發展着的地形，不过这是遵循着原來的——平原的公式而發展的地形。这个情况可以看做是比較完全地保存着类似古代地形面貌的一个例子。不过就是在这里，剥蝕作用也曾經从均夷面上剥去厚度比較大的岩層。剥蝕作用相应地削低了山岳表面的地形。

因此，在断定現存形态的地形年齡时，我們在大多数場合下只是利用我們力圖断定其年齡的那些古代地形的比較精确的类似性。因为这个原故迄然未变地保存着古代形态面貌的地段（甚至面積有限的地段）就具有很重要的意义。

我把这样的地段称为定形地形的地段。

定形于風化壳之下的地形 我們可以注意一下定形于風化壳之下的地形。如果風化壳逐漸过度到母岩，而且風化壳的厚度不大；那么我們就可以推断：这种風化壳的地面确实是从風化壳生成之时起仍保存了不变的外形。

因此，地貌学者应当密切注意定形于風化壳之下的地形地段，并且應該把它們画在地貌圖上。

風化壳中时常含有地面植被的遺体，这些植物遺体使我們不僅可以断定風化壳本身的年令，并且也可以断定風化壳下定形地形的年齡。因此觀察風化壳就顯得更加重要。

由此可見，我們再回到我們在歷史部分曾經順便提到过的那些問

題，就可看出土壤法在地貌學中的意義。

現在我們舉一個可以供地貌學者參考的研究定形地形地段的一個例子。

A. B. 哈巴科夫曾經在大比例尺地圖上描述過、並且指出過哈利洛夫地區，也就是奧爾斯克西北方的南外烏拉爾古代風化殼的產狀特點。

風化殼位於均夷面上，在夷平面的不甚低的地方。因為風化殼的年齡依照A. B. 哈巴科夫的推斷是侏羅紀的，所以自然會提出這樣一個問題，就是：風化殼的下墊面是否就是被侏羅紀風化殼定形下來的侏羅紀以前的準平原化地面呢？

A. B. 哈巴科夫作的正是這樣一個結論，他作了如下的報導，這對我們說來是很重要的。

南烏拉爾這一段的地形是相當平坦的，在分水嶺的地方高度達500—600公尺，至低地中下降到380—400公尺以下。這個波狀的地表面切削了曾經強烈變動過的古生代底層岩石，並復蓋了陸相侏羅紀地層。侏羅紀的陸相堆積物在高處較薄（5—10公尺），在低處厚度達180公尺。侏羅紀地層是各種各樣的陸相堆積物（砂、礫石）及紅土型風化殼。

斷定地形條件與風化殼特性之間的關係是很重要的。在低地中厚度較大的風化殼的局部化現象是足以使人感到驚異的。風化殼的岩性特點極為多種多樣（雜色的赭石、紅土質的粘土）。在這個風化殼中也有鐵鎳等礦床，對於這個風化殼及其與地貌條件相互關係的研究是非常仔細的。

現代的地形重複着定形於風化殼之下的古代地形輪廓。

“前侏羅紀地形中的主要高地與凹地被保存下來，成為現代地形的地勢單元。它們的外形極少變化，——A. B. 哈巴科夫概括地說。——在侏羅紀時曾是巨大的沖刷軸與碎屑物質主要源泉的烏拉爾套與伊倫代克，在現代地形中仍和以往一樣。只是它們的外形變得非常削平，但仍超越於其他地域之上，成為河網的主要分水嶺。前侏羅紀地形中的大凹地，曾是大陸的侏羅系物質的主要堆積地，由於侏羅紀地層的鬆散性與易沖刷性，這個大凹地現在成為某些寬闊河谷的河床”（見原書第188頁）（圖40）。

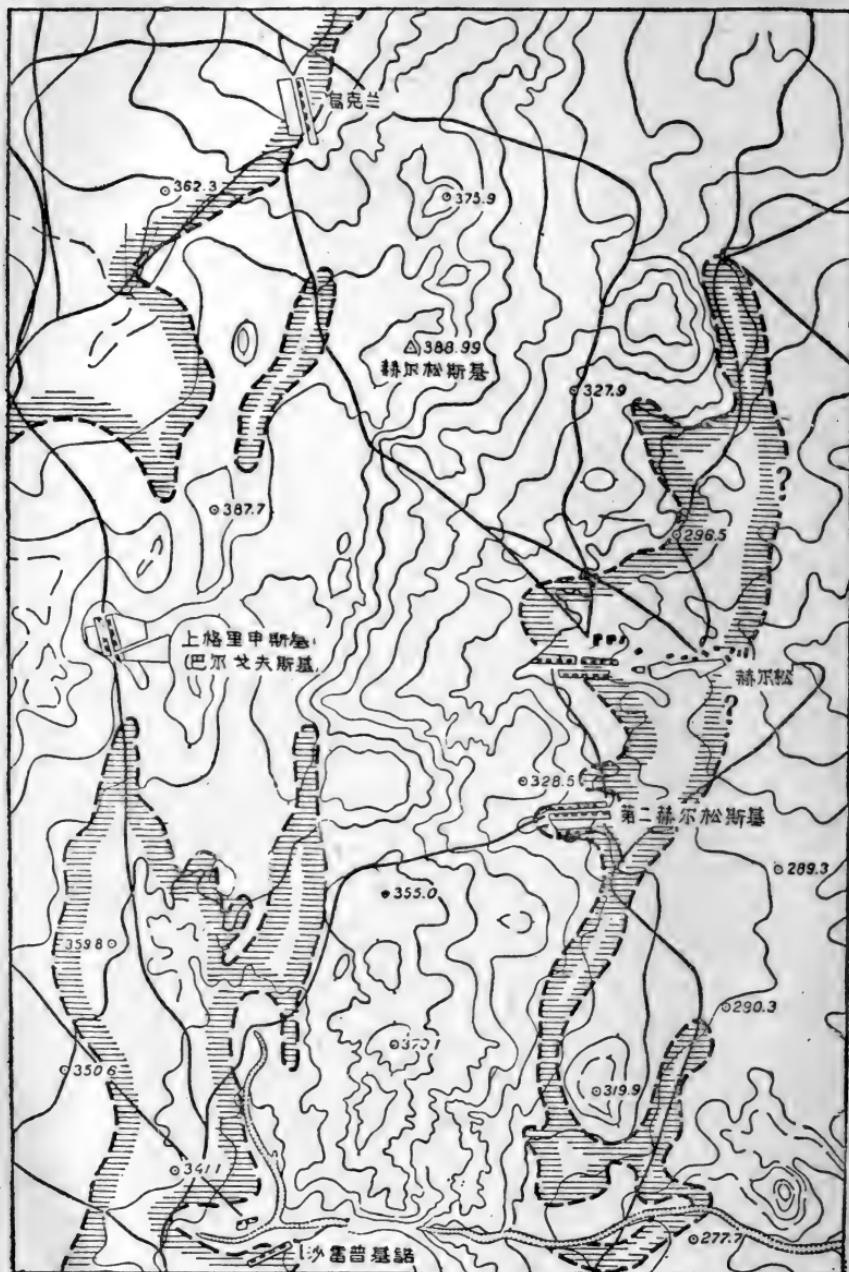


圖 40. 定形于中生代風化壳之下而被現代地形所承襲的南烏拉爾侏羅紀以前的窪地 (据A·B·哈巴科夫)

这样的地形我們称之为承襲地形，承襲的形态甚至可以表現在“小的及最小的”地形形态中，譬如就象哈巴科夫所寫的，可以表現在冲溝地形地段中。后來發生的过程，尤其是構造作用，只使地形形态受到比較小的变化，因而不会攪乱这个非常清楚的相互关系。这个情况在圖41上表現得很清楚，圖41可以做为承襲地形發展的例証。由于亞丁斯克-烏菲姆斯克时期，山区發生了構造运动，改造了南烏拉尔。以后南烏拉尔主要是受到了准平原化作用。因此，烏拉尔所有二疊紀以后的地貌歷史都是地形的改造，地形的主要輪廓在二疊紀以后本質上沒有什么变化。

應該指出，研究古代風化壳是具有極大的实际意义的。特別重要的是，紅土（латерит）風化壳常是鐵、錳、鎳、鋁（鋁土礦）等礦床的源地。譬如曾为A.B.哈巴科夫所描 述的地区，在風化壳的褐鐵礦基地上建立了哈利洛夫联合企業。

土壤法在現代地貌学中的意义 如上所述，形成風化壳的古代成土过程定形了个别的地形地段，后者在我們的面前就呈現为未被剥蝕作用所改变的形态。因此，盧普列赫特与道庫恰耶夫所奠定的綜合土壤法与地貌法的原理在現代地貌学中是極为重要的。

在道庫恰耶夫以后，土壤研究法与地貌研究法互相結合的必要性曾經特別清楚地被C.C.涅烏斯特魯耶夫与 B. B. 波雷諾夫指出过。C. C. 涅烏斯特魯耶夫發展了关于土被与地形同时演化的見解，他認為地形演化的每一个阶段都和土壤的一定的結合体相适应。B.B.波雷諾夫指出：土壤（風化壳）的类型决定于后者的絕對年齡。

C. C. 涅烏斯特魯耶夫曾經在1922年描述过关于西西伯利亞的土壤發育情况，他說：“从侵蝕循环或地形演化規律的存在出發，我們可以提出关于作为成土因素的地方年齡問題，以及关于土壤年齡与地理循环阶段的关系問題”（見原書第2頁）。

与烏拉尔地貌發展有关的風化壳的最新研究証实了烏拉尔地形的准平原化与風化壳形成之間的密切关系，以及主要是与后者的中生代年齡的密切关系。不言而喻，这些研究 提供了很多新的材料，尤其是断定 烏拉尔 地形形成 主要阶段的材料（依照Л. Д. 邵雷金的說

法——基米里期) 以及被后来構造运动所改造的材料。

然而对于我們說來，最主要的結論是：烏拉尔中生代風化壳記載着目前仍繼續保留在不同地点的烏拉尔准平原地形的日期。在E. H. 舒金的著作中我們可以看到：

形成風化殼的主要物質是中生代时在中烏拉尔形成的。那时候，中烏拉尔的地形是一个位于夷平了的山地之上的自烏拉尔山向东倾斜的平緩平原……。中烏拉尔最晚(中生代的及新生代的) 隆起的最新幅度并不能完全消除它的古代(中生代的) 平原地形……。中生代地形中的高地与槽形地規定了中烏拉尔中部地区及西部地区地形的主要地勢單元，它們構成了中烏拉尔中生代及新生代时南北向河谷地段广闊發展的先決条件。在漫長的風化殼形成作用以后，在平原地形的条件下，由于中烏拉尔总穹狀隆起时的不均衡造陸运动，自下白堊紀时起，整个平原开始分成一个个的独特的地貌区，这些地貌区在新生代时繼續發展”(1946，見原書879—881頁)。

戴維斯也曾指出过土壤类型与地形年令的上述关系，不过他所想的是非常簡陋的。戴維斯曾經指出：在每一个循环阶段中，不同机械成分的冲積物与一定的地形相适应。幼年的地形是粗粒的冲積物，在地形發展的壯年阶段是机械成分較細的冲積物。我們可以看到：在瓦·彭克的著作中，也提到过只以机械成分的变化为依据的关于地形与冲積物之間关系的观念。

成土作用也随着地形發展而發展。C. C. 涅烏斯特魯耶夫曾經在他的著作中寫道：幼年期的平原，具有最为复雜的土被。幼年平原的土壤多样性反映着小地形的多样性及冲積物的多样性。譬如西西伯利亞，里海附近地区等幼年期平原的土壤就具有这样的景象。

在西西伯利亞低地，“我們看見極为五光十色的土壤复域：沼澤土、半沼澤土、碱土、鹽土、灰化土及黑鈣土”，——这是一点。从另一方面來說，这些土壤很快地变化着。“我們到处都可以看見土壤生成物的不穩定性……，因而存在着多种多样的过渡性生成物。黑鈣土具有独特的特点，它的一些亞种產出出來(譬如，所謂厚層黑鈣土)……土壤結合体的一般情况可以說是“幼年的”，和它的穩定的“壯年”形态相反。只是在侵蝕作用調整了地形以后，土被才能变得比較一致和比較穩定；地方性的地貌特点消失了，它就和气候条件更協調”。

据涅烏斯特魯耶夫說，这样的情景在鄂畢河附近地区可以看到。

二疊紀



萨克馬拉带逆掩断层

三疊紀

烏拉爾山

伊連迪克



НАЧАЛО Н

烏拉爾山

伊連迪克

白堊紀初

烏拉爾山

伊連迪克



白堊紀和古新世

烏拉爾山

伊連迪克



老第三紀末

烏拉爾山

伊連迪克



第三-第四紀

烏拉爾山

伊連迪克

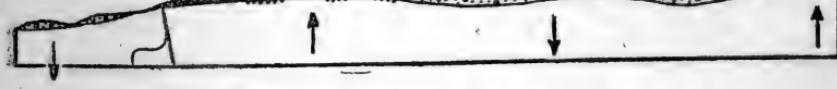


圖 41. 南烏拉爾南部地形的發展 (据A. B. 哈巴科夫)

在鄂畢河附近地区，“黑钙土达到更正常的表現，而在南部則从复域中挤出了另外一些土壤……。我們这样認為，当土被中最明顯表現出“气候”类型的时候，就認為这样的土被是“壯年的”。最后，在地形的老年期里，土壤是在松軟的冲積物及坡度差異減小的条件下形成的。

不要因为涅烏斯特魯耶夫引用了戴維斯的地形發展階段而貶低他的思想的价值；这样的思想在那些关于戴維斯的地理循环的批評意見提出后是可能發生的，关于那么批評意見我們在本章开始时已經說过了。就是不引証戴維斯的地理循环的理論，涅烏斯特魯耶夫思想的价值也是不会改变的。这个思想就是地形發展、松散堆積物及土壤的函数关系。

时间因素决定着这条鎖鍊的各个环節的發展，时间因素尤其能夠决定：在“老年的”地形、“穩定的”土壤發育、緩慢的松散堆積物的堆積等条件下，最終的紅土土类是可能發育的，这种紅土形成烏拉尔及其他很多古代陸地的風化壳。即使我們无法断定風化壳下的古代地形的細節，我們也可以根据上述的地形、土壤与时间因素等的函数关系，依照主要的土壤类型來判断地形年齡。

Б. Б. 波雷諾夫曾經詳細地研究过与地形年齡有关的風化壳的年齡問題。对我们說來，确定紅土風化壳与准平原化地域——我們的剥蝕水准面——之間的关系是異常重要的。这种关系曾被学者憑着經驗在很多著作中肯定下來，尤其是在 A. B. 哈巴科夫的著作里。Б. Б. 波雷諾夫对于这种关系也曾經發表过一些一般的見解。他曾在著作中說：實驗室中的實驗告訴我們，在每年沉積物的数量为 1500 公厘的情况下，必須有將近 50000 年的时间才能形成一公尺厚的紅土風化壳。因此，“即使在能夠促使風化作用進行的气候条件下，富鋁化（аллитизация）作用必須經過以地質比例尺來度量的时间 才能獲得比較明顯的效果”（見第207頁）。要知道在自然界中，尤其是在山地地形里，大气水并不是和細粒粉末打交道，而是和大塊的結实的岩石打交道；而且，大量的水在沒有來得及滲透的时候，已經分散成为水流。这些理由使我們能夠理解：为什么紅土位于那些潮湿的热带性气候地区，那些地区同时也是最古老的大陸地区——休斯所說的“貢瓦納”。印度、

非洲的剛果盆地、南美的亞馬遜河盆地的紅土都是这样的。它們有一部分被复印在圖42上。

不过就是在这里，在低階地上的年青火成岩上也是沒有風化壳的。譬如，在馬達加斯加，“在第三紀以後的玄武岩上……並沒有形成紅土，虽然馬達加斯加的比較古老的玄武岩為紅土所復蓋”，——B. B.

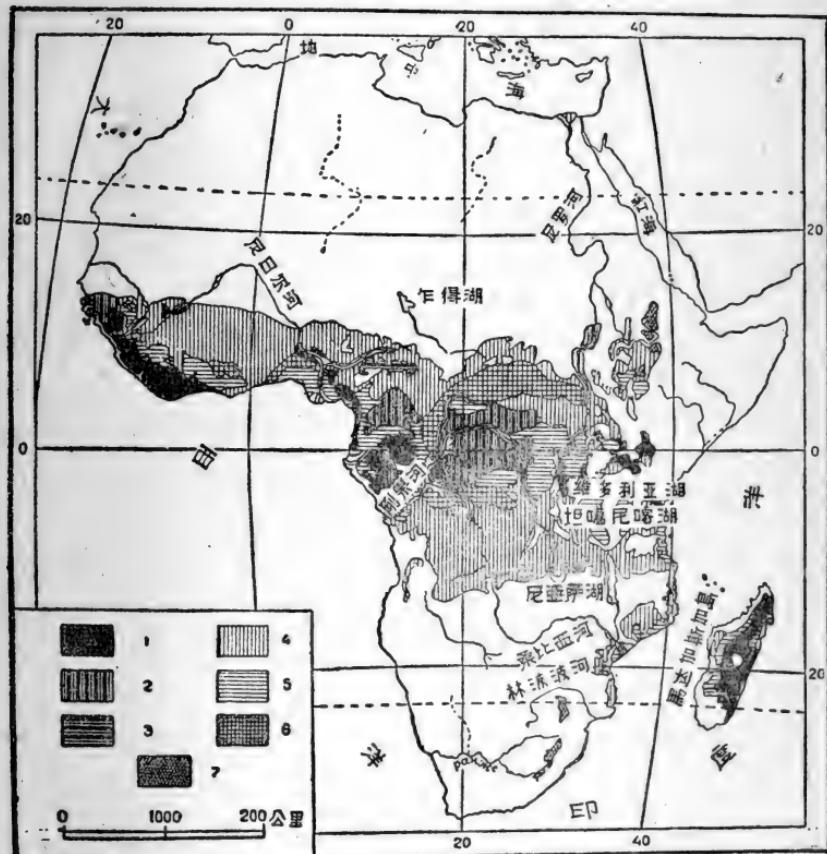


圖 42. 热帶非洲的紅壤 (красноземные почвы) 及紅土 (латеритные почвы) (据З. Ю.邵卡尔斯卡娅)

1—紅土；2—常湿的热帶森林下的紅土及紅壤；3—热帶潮湿不定地区的紅土与紅壤；4—热帶潮湿不定地区的草原上的紅棕色土；5—常湿热帶森林下的紅壤；6—常湿热帶森林下的紅壤及潮湿多变地区草原上的紅棕色土；7—山林紅壤

波雷諾夫在他的書中寫道（見原書第 208 頁）。加羅索維奇指出：在沉積岩上並沒有紅土，只是在古老的火成岩及變質岩上才有紅土。

由于時間因素在土壤及風化壳类型的形成过程中極为重要，所以土壤及風化壳类型可以依照年令分为三种主要类型，B. B. 波雷諾夫把这些类型称为副殘積層(параэлювий)、正殘積層(ортэлювий)及新殘積層(неоэлювий)。H. M. 斯特拉霍夫發展了这个思想。他指出：紅土風化壳（鐵礦就位于这种紅土中）与准平原化地区之間有着異常密切的关系；与絕對的、相对的古老地形之間也有異常密切的联系（也就是說，在对以前的地形發展阶段的关系上）。

“要生成实在的金屬礦床，——H. M. 斯特拉霍夫說，——僅有一个有利的气候条件还是不够的。必須使有利的气候条件与有利的地質条件互相結合。所謂有利的地質条件包括……地貌的……特点（見第8頁）。只有在逐漸准平原化、剝蝕作用停滯的地形条件下，才会有安靜的环境來進行徐緩的地球化学反应，這也就是殘積層的鉄礦所以緊緊地依靠着准平原化地区的原因”（見第10頁）。

I. И. 金茲堡及E. H. 舒金在他們的著作中都曾確認風化壳生成物与地形之間的这一类的关联性。

这样，我們現在就了解了定形地形类型中的一种——上面复盖着紅土風化壳的准平原或剝蝕面。一定的陸地地区的大的絕對年令会使它們的表面上能夠生成同样程度的准平原与紅土風化壳。那么这必须有哪样的地貌發展条件呢？这就是：升降运动幅度較弱的古老陸台，因而，也就是具有瓦·彭克所說的原生殘余平原类型的穩定—平原地形的古老陸台。在失去了活动性的古老地槽区也是优越的条件。如烏拉尔、哈薩克斯坦、阿尔泰的一部分就是这样的。它們的特点是广泛發育着紅土風化壳。我們在上面詳細地描述过这些例子中的一个。

必須注意到这些比地盾区的活动性較大的地区的風化壳的發展情况。在阿尔卑斯造山运动期，古代的及“穩定的”海西陸地曾有很多部分再度复活并且轉变为山岳地区与高山地区。象天山、阿尔泰山就是这样。曾經發生过的垂直运动將風化壳抬举到顯然是和形成紅土的气候环境相矛盾的高处。在阿尔泰山，紅土見于3000公尺左右的高处（舒金）。

因此，古代風化壳所处的高度可以指出地壳升降的幅度，从这一方面說來对我们也是很重要的，要知道：地壳升降幅度問題的解决乃

是地貌研究工作中的主要任务之一。

3. 确定地形年齡的方法

所謂确定地形年齡就是指出它的地質年齡。关于解决这个問題的必要性我在上而已曾指出。在实际解决上述任务时必須沿着一条道路進行，这就是：一个地区的地形形态綜合体应当和那些可以用这种或那种方法（最常用的是古生物学的方法）推断出年代來的沉積層互相对比，推断出它們是否同年代。

在这方面，我們可以把所有的地形形态分成兩类：（1）堆積的及（2）刻蝕的。

堆積地形 堆積地形的特点是：它們是在該地層的沉積過程中形成的，并且是該地層上部地表面的起伏。譬如，堆積的丘陵冰磧地形是在冰磧層沉積過程中生成的，并且是冰磧層上部地表面的起伏；古海岸平原的沿岸洲堤是沿岸海沙層上部地表面的堆積形态等。

因此，在地形的堆積形态中，地形形成的过程是和成層过程同时進行的。由此可知，斷定堆積地形年代是比較簡單的。問題在于断定相应地層的年代，或者更准确一些說，断定成層作用的終了时期。譬如，沿岸洲堤的年代可以根据那些埋在海沙中的海中古生物的年代推断出來。

不过在大多数的場合下，堆積形态都是由颗粒比較粗的沉積物構成的，其中的古动植物保存得不夠好。譬如冰水的及湖泊冰的沙（蛇形堤和冰礫阜和它們一致）、海岸沙（具有沿岸洲堤的）、沙丘沙等都是这个样子。这可以說是非常普遍的規律，因为粗粒沉積物是在極大的作用力下形成的，而后者也就因此構成了比較明顯的堆積地形。應該特別注意冰磧的堆積地形。冰磧的堆積地形是难以直接推断出來的，因为在大多数場合中，在它堆疊的最初条件下，是缺少古生物的殘骸的。

因此，在断定堆積地形的年代时，常不得不采用比較复雜的方法，其中有兩种称为：相过渡法及年界法。

相过度法的要点在于：按水平的方向追尋在地表面形成堆積地形

形态的啞沉積層，並且在我們要確定其年代的沉積層中找尋相的過渡點。

我們可以用列寧格勒地區利托林海進的沿岸洲堤作例子。它們是由粗砂構成的，其中沒有古生物殘體（只有極少的例外）。這些洲堤通常為古利托林海閉鎖或半閉鎖的古瀉湖低地所圍繞。很多的古瀉湖如：謝斯特羅列茲、拉赫廷、修爾耶、哈巴洛夫及盧加河下游地區的很多瀉湖就都是這個樣子（見馬爾科夫，1931年）。上述的瀉湖地域在目前為泥炭沼澤所占據（圖43）。在薄層的（2—3公尺）泥炭下，通過鑽探可以很容易地顯露出利托林海相沉積。後者為湖泊沉積❶、粘土、壤土，富于有機物質及古生物殘體，尤其是各種植物的花粉。此外還有藻

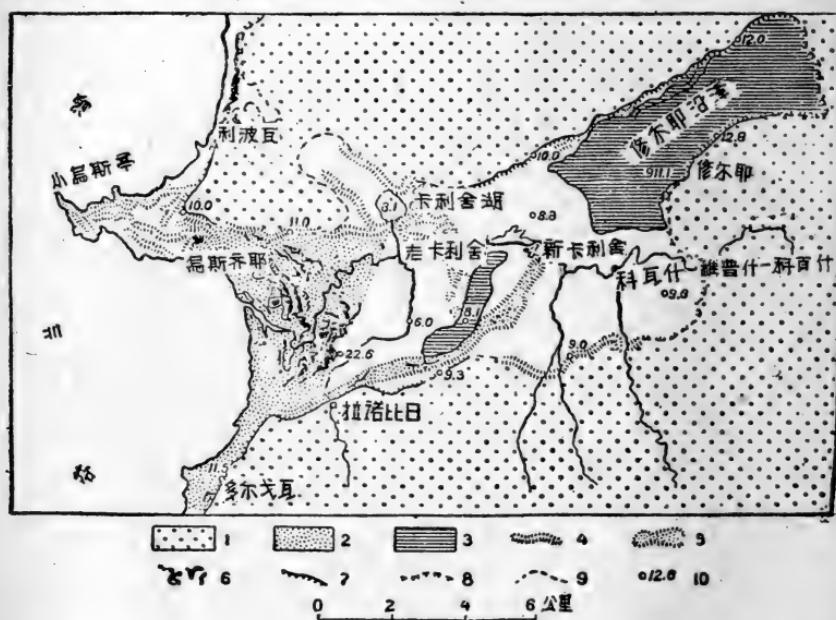


圖 43. 列寧格勒以西70公里處芬蘭海灣南岸的古修爾耶瀉湖區。沿岸洲堤的年代，根據其沙子的相過渡到古生物學認為層列於修爾耶沼澤（圖中加細線條處）下面的利托林期湖泊沉積（гиттия），而被斷定為利托林期

1—位於利托林海最高水面之上的地方；2—大量海沙堆積地；3—泥炭；4—濱岸洲堤；5—沙州；6—砂丘；7—海蝕台階；8—由於海蝕作用而生成的坡；9—依照等高資料畫出的海岸線；10—絕對標高

❶Гиттия, 瑞典語，意指由那些必須在顯微鏡下才能看出的小動植物遺體所構成的湖泊沉積——譯者注。

类水草的矽酸的骨架，以及植物的巨大遗体。利托林沉积的潟湖相可以在潟湖以至沿岸洲堤中看到。在沿岸洲堤就可以发现它已过渡为构成沿岸洲堤的沙。在断定了这样的相的过渡——由有特殊古生物的相过渡为利托林砾沉积层——以后，我们就可以断定沿岸洲堤的年代。

然而在很多情况下，当那些对我们来说是很重要的地层的所有被研究的地域都沒有一定的年代时，我们就不使用相的轉变法。在这种情况下，我们不得不用另外一种方法，这种方法被我称为年界法。

年界法的要点是确定两个沉积层的年代，在这两个沉积层中，下面的一层垫着对我们来说是很重要的沉积层，而上面的一层局部复盖那些对我们来说是很重要的沉积层，或者紧依着它们。这样，我们就确定了两个年界。在这两个年界中包括着那个中间层，它的表面形成了堆积地形。现在用两个例子来说明如何使用上述的方法：

(1) 在金吉谢普城以南，卢加河及纳罗瓦河之间，分布着古老的沙丘地区。后者时而单个地时而成一大堆地散布在各处，当地人称为“山”，(譬如，图干山)。沙丘的沙岛为宽广的泥炭堆所围绕，后者堆叠于沙丘沙的表面上及沙丘堆的斜坡上。就象我在另外一本书记上所指出的，这些沙丘和那些有名的波列斯抛物线沙丘是同样的东西。它们属于大陆沙丘类，而不是海岸沙丘类，是在最后一次冰期终了时由西风系所形成的。这些由于和其它地区相比而得出来的一般见解，可以帮助我们断定沙丘的年代，不过这只是大致的。沙丘沙本身是无化石的，它们的年代只有采用年界法才能断定到一定的精确程度。

这个地区的沉积层的剖面显露在谢列仁诺村旁的卢加河(图44)。在露头的

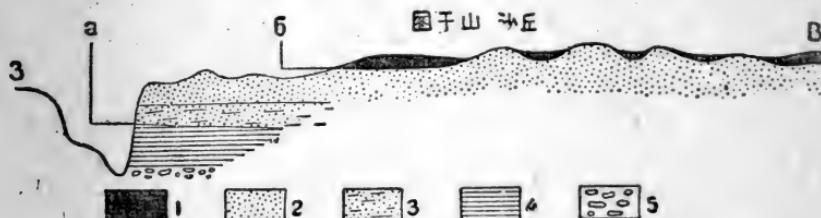


圖 44. 用以說明年界法的、 芬蘭海灣与丘达湖分水嶺大陸沙丘的沙子
年代斷定圖解

1—泥炭；2—沙丘沙；3—湖沙；4—帶狀沉積；5—冰砾；a.6.—一年界

上面是石英質的經過很好地分选过的沙丘沙，沙丘沙構成了抛物線沙丘，后者为河流所刻切。在沙丘沙的下面是湖沙，湖沙再向下就轉变为帶狀沉積物。帶狀沉

積物下面是冰磧物。

在所有上述地層中，只能斷定其中一層的年代，這就是帶狀沉積物的年代。對於後者採用了地質年代學的研究法。這個方法使我們把帶狀沉積層和謝列仁諾、盧加河下游、列寧格勒近郊以及更遠的地區——經過芬蘭到瑞典（依照瑞典地質年代表）都聯繫起來。根據這點可以斷定：謝列仁諾附近的帶狀沉積層是12500年以前在冰川附近的湖水中沉積下來的。上述時期是沙丘沙的下部的年界。這個年界顯然是“被誇大”了，不過我們是無法再定得更準確一些的，因為直接位於沙丘沙之上的湖沙，其年代尚未確定。

上部的年界可以用確定相鄰的泥炭的最高年代的方法來斷定，泥炭層並沒有直接被盧加河所切穿，不過在沙堆的坡腳，到處可以看到泥炭的層列，它們的層列緊靠着沙堆沙。通過鑽探泥炭我們可以很容易地斷定出來：在我們所研究的地區里，泥炭是從北方期開始生成的，或者說是大約在7000年以前。上述的時期就是上部的年界。形成沙堆的整個階段的時期都包括在這兩個年界里。它的年數不會多於5500年（12500—7000）。毫無疑問，這個數字是過於誇大了。沙丘生成的時期是比較短的。因此，年界法所作出的斷定是比較不甚準確的，它所指出的只是堆積地形的最低及最高的可能年界。

我們可以用東歐平原倒數第二個冰期的冰磧地形的年代斷定過程來作為第二個例子。在科斯特羅馬省、雅羅斯拉夫爾省、莫斯科省、斯摩棱斯克省、白俄羅斯的中部地帶、波蘭、德國北部及丹麥的冰磧地形凹地中，可以看到上面沒有被冰磧復蓋的泥炭沉積。如果沒有植物化石殘體的話，泥炭的年代可以斷定是冰期以後的。在植物殘體中可以看到Brasenia的種子，它們在較北的地區位於泥炭中，這個泥炭為最末次冰期的冰磧所復蓋。根據這種情況我們可以得出一個結論，就是在上述地帶中，位於冰磧地形凹地中的泥炭是間冰期的，它並沒有被冰磧復蓋。因為最末次冰期的冰川復蓋物根本未曾達到這個地區。可以更準確一些把泥炭層算到最後一次間冰期的，而最後一次間冰期也就是冰磧地形生成時期的上部年界。

在丹麥和波蘭的個別地點，在同樣的冰磧層下也可以看到泥炭，它們屬於倒數第二次間冰期。因此，不僅是冰磧的年代，就是冰磧堆積地形的年代也可以算做是倒數第二次（德聶伯的）冰期的。自然，這裡說的是倒數第二次冰期的後期。

所有上述的例子都是第四紀的堆積地形。不過在這方面，選擇例子的時候並不是隨便的。如果不是全部的話，至少大部分的已知堆積地形確實是年青的，並且是屬於第四紀時期的。這種現象完全是可以理解的，因為堆積形態——地表面上的小地形會很快地被剝蝕作用所

破坏。

刻蝕地形 屬于刻蝕形态 (скульптурный рельеф) 的有侵蝕地形、構造地形、也有侵蝕—大地構造地形，也就是說，最大的地表形态的結合。它們的差異是很大的，而它們所以被列入于同一欄的原故是因为和它們同年代的沉積層必須在上述形态的所在地之外的某个地方去尋找。

阿·彭克曾經很明确地斷定过这里所划分的兩种形态种类，他說：在堆積形态中，地形面和地質面是一致的；在刻蝕形态中，地形面位于地質面以下（也就是說，刻蝕了后者）。被剝蝕作用刻蝕、搬运的基岩層形成了所謂相关沉積（коррелятные отложения）。相关沉積是和形成刻蝕形态同时期的沉積層。它們的堆積是剝蝕作用的相对的一面，在剝蝕作用中生成了刻蝕地形。瓦·彭克曾經論述过相关沉積在地貌学研究工作中的重要性，并且他自己也曾很成功地研究过它們，尤其是在安第斯山方面。不过必須指出的是：为地質-地貌学的目的而進行的相关沉積的研究工作很久以前就已經开始了，它們的重要性在瓦·彭克这个言論發表以前就被学者知曉。俄國和苏联的学者曾經研究过很多的相关沉積，并且研究得很成功。近年学者曾經拟定了关于相关沉積層的新的研究方法，关于这些我在下面还要簡單地談一談。

相关沉積的研究工作可以主要地在断定山岳的年代时進行。在山麓堆積了厚層的山岳冲刷的松散產物。在这些沉積層的垂直剖面中，可以看到強烈的岩性变化，它們記載着山地隆起与剝蝕的各个階段。至于說到平原的刻蝕地形，則由于剝蝕作用強度不大，所以我們根本找不到和它們相应的相关沉積，要不然就是它們形成了薄薄的沉積層，复盖着广闊的地域（泥盆紀砂岩）并且只提示出关于寬广平原地形年代的总的概観。

因此，要想断定平原刻蝕地形的年代必須使用年界法。

年界法在上面已經說过了。关于这个方法在刻蝕地形方面使用的情形可以举例說明。

Д. С. Никифоров在他关于水文地質的一部專著中，曾經在實質上采用了上述的方法來断定自奧卡河發源至奧卡河与其支流——克罗麥河

匯流处的一段奧卡河谷的年代。尼基京報導了如下的對我們說來是很重要的情況。

“在這裡，侏羅紀粘土層面成為強烈的連續的波狀面，具有很多小的凹地狀深窪，這些深窪是在侏羅紀粘土沉積的末期起至白堊紀砂土開始形成時止連續的大陸時期中侵蝕成的……”。

“對於侏羅紀粘土的產出條件以及其上層面的研究使我們得到一個結論，就是奧卡河上游河谷，其最大支流以及下游的最大的寬谷（лог），早在白堊紀砂土開始沉積以前，就已經具有比較明顯的外形及一定的坡度，白堊紀砂土復蓋了白堊紀以前的地形，並且在某種程度內夷平了這個地形”（見該書第41，58頁）。

奧卡河的河谷就遵循著這個白堊紀以前的淺溝（ложбина）。奧卡河的右岸是高的，左岸是低的，它的斜坡的不對稱也是從古時候——從白堊紀以前就是如此的。

只是在白堊紀泥灰岩沉積以後，這塊地方才完全地從海平面下顯露出來，形成“比較平坦的高原狀的”陸地，“不過在這塊陸地上，已經形成了古奧卡河谷的淺溝及奧卡河下游主要支流的淺溝”（見第64頁）。

被尼基京用來斷定奧卡河谷年代的方法已經被他敘述得很詳細，所以用不着再多加解釋。我只想着重地指出一點，就是在这个例子中的年界是：下部的年界——侏羅紀，侏羅紀地面為古老的水系所切割；另外，上部的年界——白堊紀，它的沉積有一部分充填了古河谷。

尼基京在他的其他著作中也曾採用了類似的方法。譬如，他曾經確認：莫斯科近郊某些切入中石炭紀地面的河谷曾為侏羅紀沉積層所充填。在尼基京發表了這一點以後，莫斯科附近的“現代”地形的相應形態就被學者很正確地稱為侏羅紀以前的地形了。

在許多其他情況下也使用了同樣的方法，在確定了谷坡上及波羅的拉多加台階（глинт）坡上等處的冰磧蓋層以後，把這些地形稱為冰期前的地形。

用年界法來斷定地形的年代總不免有一定程度的不精確（見前）。年代斷定的精確程度隨著下層（其中彌有刻蝕地形形態）及上層（復蓋於刻蝕地形之上的）沉積層間的年代的加長而減少。

譬如，在列寧格勒地區，在台階的年代這一方面可以確定的只有

一点，就是它是在下志留紀以后、“冰期”以前生成的（！）。

應該把相关沉積法看做斷定地形年代的最重要的方法。當斷定那些在其各个部分的發展過程中保存着一定程度統一性的大地貌單位的地形年代時，尤其必須使用上述的方法。在研究山地地形的發展情況時，相关沉積法尤其重要。

這個方法的本質是以下面的情況為根據的，這就是：山地的剝蝕作用與其冲刷產物在低地的堆積作用是統一過程中不可分的兩個環節。我們在山地中看到的剝蝕帶與堆積帶的比較明顯的對照，以及表現明顯的堆積地區相的分異，可以使我們在山岳條件下採用這個方法。

瓦·彭克是地貌學者中着重指出上述方法重要性的僅有的一人。誠然，他對於其他地形年代確定方法並沒有提到過。不過我們必須直率地指出：瓦·彭克所宣稱的新方法，已經被並且正在被蘇聯地貌學者更有研究地、更加深化地採用著。

相关沉積研究法的原理可以在很多的例子中說明。下面用關於帕米爾相关沉積的研究工作做一個例子。這些沉積曾在南塔吉克低地構成了厚層的礫岩與砂岩，它們曾被P. A. 布拉契克研究過。

南塔吉克低地沉積層分為幾個分層，從下面說起是：磚色層、希勾層、塔維爾達林層、卡蘭納克層和波利扎克層。下面的一些層是砂岩，上面的一些層是礫岩。碎屑物質的粒度自下而上有規律地增大，其中包括直徑8公尺的岩塊。整個層的總厚度達5公里。在砂岩層及礫岩層的下面鋪着老第三紀的海洋沉積層。因此，整個層可以假定地估計為新第三紀的。非常重要的是，在每一層中碎屑物質的機械成分在相的方面也有變化。隨著遠離於山的程度，物質的顆粒也變得越來越小。

顯然，所有這些資料可以解釋如下。在新第三紀初期，西部帕米爾及达尔瓦查開始升起。升起的山被冲刷了，冲刷物質被河流搬運到南塔吉克低地，隨著遠離於山的程度，這些冲刷物質變得越來越細。在新第三紀，山升高了，它們的冲刷物質變得越來越粗。因此，南塔吉克新第三紀地層是和西部帕米爾地形相關的。它的垂直變化記載著西部帕米爾山在新第三紀時的上升發展的過程。

這個例子可以作為採用相关沉積研究法的一般的說明。在很多情況下採用上述方法時常常是用這種形式，亦即研究相关沉積機械成分

的变化。

在某些苏联学者的著作中可以看到很多研究相关沉積的較精确的方法。

Л.В.普斯托瓦洛夫曾經从地球化学方面來研究相关沉積。他不僅研究了这些沉積的机械分異，并且也研究了它們的化学分異。Л.В.普斯托瓦洛夫在这方面的著作主要是与为研究外伏尔加的二叠紀疏松沉積層而提出的第二巴庫問題有关的。外伏尔加的二叠紀疏松沉積記載着烏拉尔山在二叠紀时的隆起及二叠紀时的冲刷。烏拉尔山的形成开始于下二叠紀。在那个时候沉積了構成亞丁斯克組的碎屑物質，以后沉積了二叠紀的昆古尔組。

“二叠紀的古地理是很有趣的，——Л. В. 納利夫金說道。——在二叠紀中，烏拉尔蒙受到整个歷史中最大古地理变化。和二叠紀相关联的是……在整个古生代都存在的海盆里形成了烏拉尔山”（見第44頁）。

“亞丁斯克礫岩砂岩層的出現指明，在石炭紀末期及二叠紀初期时曾在烏拉尔中部地区發生过褶皺作用。这个作用使烏拉尔中部地区轉变为山地。这塊地方的破坏產物在西坡地方沉積到海底，形成了亞丁斯克期的砂岩及礫岩”（見第513頁）。

“華力西烏拉尔在生成的同时也在强烈地破坏，把冲積物質供給了厚达一公里的亞丁斯克沉積層，”——在另外一个地方納利夫金这样寫着（見第519頁）。

亞丁斯克礫岩砂岩層厚达一公里以上，譬如，作者曾經指出，在烏菲姆冰圈場东南角的亞丁斯克礫岩砂岩等就有2公里厚（見第239頁）。亞丁斯克沉積層为昆古尔沉積層所复盖，后者的厚度稍微小一些。它們也是烏拉尔山冲刷的產物。

就象我在上面所說的，上二叠紀时烏拉尔的古地理曾經非常清楚地为Л. В. 普斯托瓦洛夫所闡述。烏拉尔山就是在这个时候达到了最大的高度。烏拉尔上二叠紀的古地理記載在烏菲姆組的碎屑沉積層中。在离开烏拉尔較远的地方，它們就轉变为卡贊組了。

在圖45中可以看到平行于烏拉尔相关沉積層的地帶性分布情形。这个沉積層的地帶 分布情形 反映着相关 沉積層的机械分異与化学分異，这些分異是随着它們的搬运情况，远离于烏拉尔山的程度以及沉積情况而發生的。

从所附的圖示中可以看到，在韃靼共和國靠近烏拉爾的地方，分布着粗粒及中粒的岩石碎屑（厚度在7公里以上），然后就是砂岩地帶，含瀝青地帶，石灰岩—白云岩地帶及白云岩—石膏地帶。

上述的岩石更替情形反映了烏拉爾相关沉積的机械分異現象与化学分異現象。如果說机械分異在靠近搬运起源地的地方——烏拉爾山表現得最明顯的話，那么，化学分異就形成了地帶西部的沉積物区。整个說來，这个地区是沉積于上二疊紀閉鎖盆地中的巨大的水下三角洲。

因此，含銅的岩石（砂岩与粉砂岩）在过去是沉積在呈鹼性反应

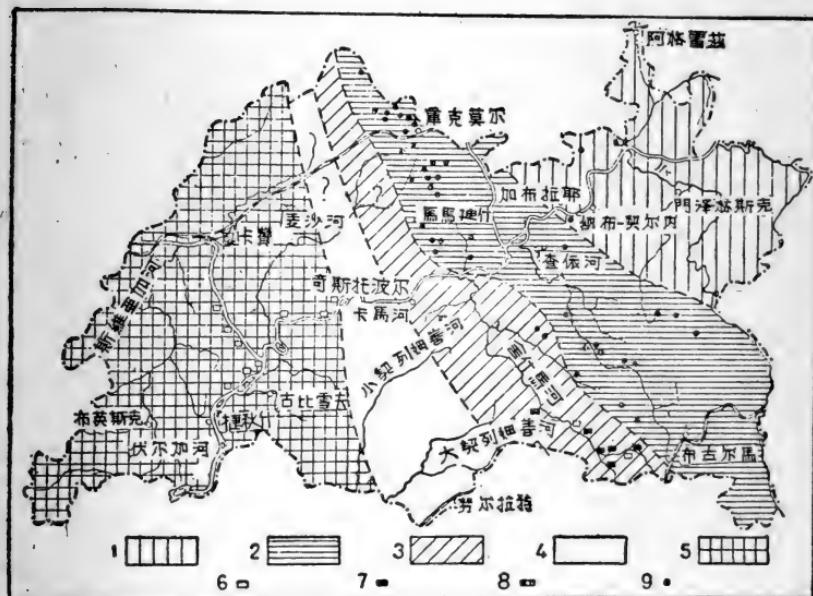


圖 45. 韃靼自治共和國境內烏拉爾山上二疊紀相關沉積（據几. B. 普斯托瓦洛夫）

1—雜色粗粒及中粒碎屑岩石主要分布区；2—含銅岩石的主要分布区；3—瀝青岩的主要分布区；4—石灰岩—白云母岩的主要分布区；5—白云岩—石膏岩的主要分布区；6—石膏；7—地瀝青；8—褐炭；9—銅礦

的水中的，而氧化作用的潛能就变低了，因此，銅鹽的溶液就轉变为沉積物。同样明顯的是白云岩沉積在最西的地方，也就是上二疊紀海盆的海水演化最差的地方。

“当昆古尔海还没有来得及从地球上消逝的时候，在离它最近的东岸发生了巨大的地质事件：乌拉尔山受到了反复的隆起；东岸的侵蚀作用因之又蓬勃地回春了，无数淘湧的河流，从返老还童的乌拉尔山向海流下。它们把起死回生的水分带给濒死的昆古尔海，使海水变淡，并且留下了最初的、规模最大的乌菲姆三角洲”（普斯托瓦洛夫，1937，见第991页）。

在这次以后，在上二叠纪时期，乌拉尔曾经发生过第三次返老还童作用，上二叠纪三角洲沉积的地层说明了这一点。

我们在这里不能把J. B. 普斯托瓦洛夫的见解详详细细地列举出来。这里只能着重地指出一点，就是根据他的著作我们获得一个对于地理学者来说是非常重要的结论——在研究相关沉积的时候，必须采用地球化学的方法。

这样，我们可以看到，从地貌学上说来，乌拉尔是在二叠纪时形成的，尤其是在上二叠纪。从那时起，它就以山岭的姿态存在着。自然，乌拉尔现在的地形并不是上二叠纪时那样的地形，不过它仍保留着类似的地形。

将乌拉尔的现代地形和它二叠纪以前的地形加以比较以后，我们可以得到另外一个结论。在上志留纪及下泥盆纪时，在乌拉尔山的地方已沉积着厚层的（2—5公里）砂质-粘土质沉积。它们也是陆地的冲刷沉积物，并且是与蒙受冲刷作用的高地地形相关的。不过那时候乌拉尔地方还是地槽，而被冲刷的是中部俄罗斯陆台的较高的东缘。因此，我们可以断定：在志留纪和泥盆纪时，乌拉尔的地形和其现代地形是不相同的，而是相反的（地形）。类似的地形是从二叠纪时开始具有的。或者，照上面所说的，乌拉尔的现代地形可以称为是承襲下來的二叠纪地形。

順便指出，烏拉尔地形年代的上界可以依照風化壳的年代來斷定。关于这点我在談到定形地形的重要性时曾經談到过。

兩种方法的差异在于：相关沉积可以直接地指出地形的年代，而風化壳只能决定地形年代的上界。在这方面，風化壳和我所說的年界法中的上部沉积层起着同样的作用。

研究相关沉积的另一个巨大成就归于B. B. 别洛乌索夫。他曾經

非常詳細地擬訂了研究相關沉積層厚度的方法。這些厚度隨着大地構造的情況而變化（沉積層的厚度在陸台區較小，在地槽區較大），同時它們也隨着被剝蝕地形的高度及堆積點的位置對於沖刷區的關係而定。現在舉一個例子來說明：

在中新統時（喬克拉克期）發生了高加索山的形成作用，雖然記載在相關沉積中的高加索山的隆起標誌顯得還要早一些。不過在中新統時，相關沉積的相的分布情況，對沖刷區的關係來說是非常明顯的。從喬克拉克期起，在地圖上（圖46, 47, 48）可以明顯地看到同一個規律。大高加索變成了沖刷區，沖刷物質沉積在它的外圍，形成了非常厚的相關沉積。如喬克拉克沉積厚達1200公尺，中薩爾馬特——700公尺，墨奧齊斯——700公尺等。把這些圖解加以比較以後，我們還可以很明顯地看出：隆起地區越來越擴大，也就是說，高加索山不僅是增高了，而且也加寬了——這種現象在其他山脈也可以看到。

其次可以看到：在礦水地區及濟魯爾地塊區，相關沉積的厚度是較小的，也就是說，這是一個在大高加索南北兩側隔斷地槽區的橫向隆起區。一般地說，北高加索橫向隆起區在過去照B. 別洛烏索夫的意見是自下白堊紀時開始形成的；因此我們在這裡也找到了“年青的”高加索山的繼承性較長的證明①。在上新統時，大高加索繼續隆起，這也被記載在厚層的相關沉積層中。

B. B. 別洛烏索夫所注意到的相關沉積的第二個特點就是它們的相的表現。譬如，在中新統時，當大高加索已經形成山脈，沉積層的相是粗粒碎屑物質並有明顯的地帶分異。

“西北高加索北坡的最大特點為中新統相的地帶性分布，這種地帶性在於：在較南的一些露頭，也就是說，比較靠近現代高加索山的地方。上述的沉積是淺水的、富於砂質的碎屑石灰岩相，也有的是砂及砂岩相，常常是粗粒的。在這個地帶中，沉積層的相的特點受到強烈的地方性變化。在較北的地方，在離現在高加索山較遠的一些露頭，這個沉積層是一致的粘土相。在這兩種相中間可以劃分出中間的砂-粘土相”（II，見第81頁）。

這種相的地帶性分布情形可以很明顯地看到，譬如在中薩爾馬特期地層中。這種地帶分布表現在圖49上。礫石、砂、砂與粘土、粘土、石灰岩等隨着遠離高加索山的程度而有規律地遞變。礫石、砂及粘土

①并且A.B.彼佐維認為：早在侏羅紀的時候，在高加索就已形成了地槽，因而也就開始升起了高加索山。



圖 46. 大高加索的喬克拉克相關沉積。沉積層厚度的變化。(據B. B. 別洛烏索夫) 等值綫距為100公尺(至700公尺)

1—厚度為零的地區；2—厚度不正常接觸的(大的上衝斷層)線；3—中間的等值綫

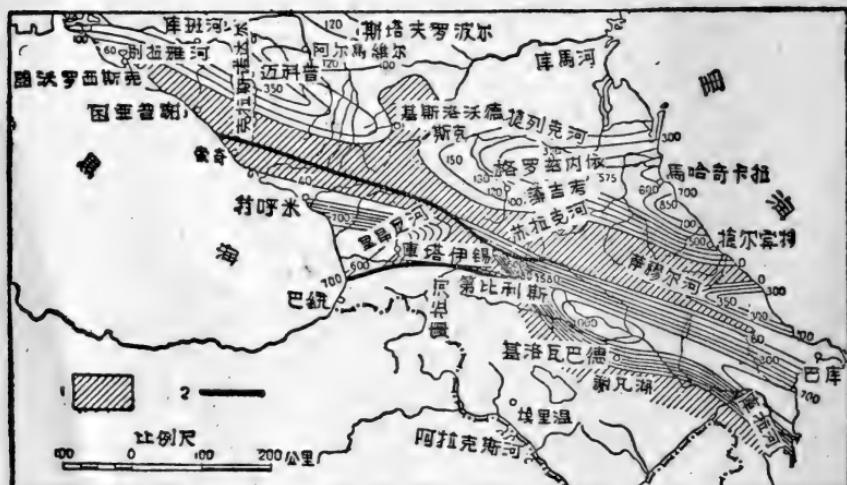


圖 47. 大高加索中薩爾馬特相關沉積。沉積層厚度的變化。(據B. B. 別洛烏索夫) 等值綫距為100公尺(至700公尺)

1—厚度為零的地區；2—厚度不正常接觸的(大的逆掩斷層)線



圖 48. 大高加索墨奧齊斯相关沉積。沉積層厚度的变化（据 B. B. 別洛烏索夫）。等值綫距为100公尺（至700公尺）

1—厚度为零的地区；2—厚度不正常接触（大的逆掩断層）綫；3—厚度剧烈变化綫

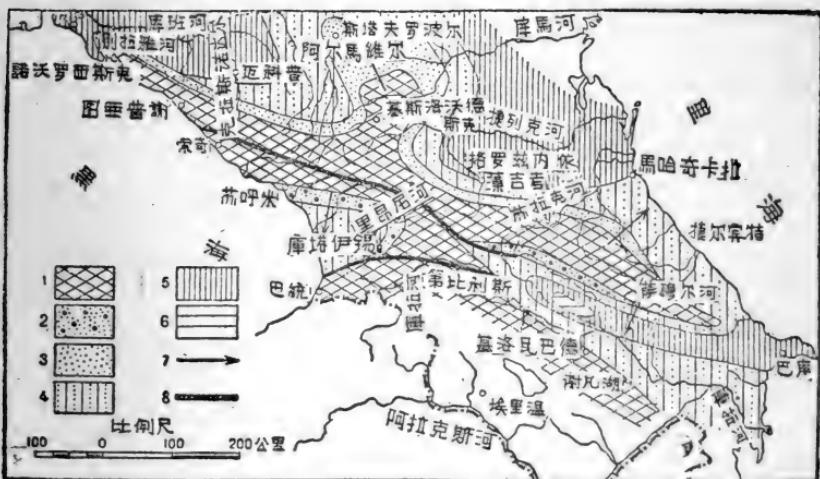


圖 49. 大高加索中薩爾馬特相关沉積。相的变化。(据B.B.別洛烏索夫)

1—冲刷区；2—大陸沉積；3—砂；4—砂及粘土；5—粘土；6—石灰岩；7—陸源物質的搬運方向；8—相的不正常接觸（大的逆掩断層）綫

構成了上新統高加索的相关沉積。它們有一部分形成了前阿克恰蓋爾的含石油層。

在我們所探討的問題中，有一些最重要的概念也是 B. П. 巴圖林提出來的。他所說的供給區及陸源礦物區如果翻譯成地貌學的名詞時，就是相關沉積的沖刷區與堆積區。巴圖林主要是從礦物學觀點說明了相關沉積的特點。

所以我們說，蘇聯的學者實際上採用了非常多種多樣的及研究得很好的相關沉積研究方法。

這些方法使我們能夠一般的說法——利用相關沉積來研究地形年代的益處——更向前邁進。偉大的國外的阿爾卑斯地貌學專家——阿·彭克及馬哈契克——也曾使用過這個方法，不過比起蘇聯學者所採取的方法來，他們的形式是比較原始的。

第十二章 地形的發展

1. 實例

現在我試舉幾個使用上述方法來研究地形發展的實例。

波羅的結晶地盾是剝蝕區。在地盾上幾乎沒有古老的沉積層。為了確定地盾表面的年代，現在引用芬蘭學者謝捷爾戈爾姆等的話來說明如下。

大家知道，結晶地塊是被年代極不相同的無數構造裂隙所粉碎的。有些裂隙粉碎了曾為冰川所夷平的地面，所以也可以說，這些裂隙是冰期以後的；不過也有很古老的裂隙。其中有很多裂隙（在芬蘭西南部及阿爾丹群島）為下寒武紀砂岩（含有腕足類古生物）所填充。學者並且斷定（自然，這還只是假定）：構造裂隙切穿了準平原化的地盾表面。因此，準平原化的地盾表面的年代要較裂隙古老，而某些裂隙要較下寒武紀還古老。所以，我們可以得出結論，波羅的結晶地盾現代地形的基本特徵是異常古老（在前寒武紀）。自然，這裡所說的

並不排斥以後所發生的變形。不過後來的變形並未破壞地形的一般面貌。譬如，加里東造山運動必然會使地盾上升。俄羅斯平原上泥盆紀的雜色沉積層（地盾的上古代地形的相關沉積）就是上升的証據。關於在此之後的本質上並未改變情景的變形（近期裂隙構造、第四紀隆起、冰川地形）我們就不再說了。

波羅的盆地同樣是非常古老的。在十九世紀末期，地質學者戈爾斯特就曾提出，寒武—志留紀地層的厚度在波羅的海地區的是有變化的。在戈特蘭島，也就是說，在波羅的盆地南部地區，地層的厚度最大（500公尺）。自此向東西兩方遞減（瑞典南部——100—200公尺，愛沙尼亞——100公尺）。據此可以說明，下古生代時，在今日的波羅的盆地南部，地表面曾經相對地降低。

志留高原 志留高原的極有意義的沉降部分位於楚德湖的北部。自此，志留高原向東西兩方升高。施密特很早以前就已指出來，中泥盆紀沉積層在這裡位於下志留紀沉積層的不同的組之上。

他沿着波羅的海鐵路線看到極明顯的不整合：自沃洛索夫城至盧加河行進，見到泥盆紀地層位於愈來愈低的下志留紀層位之上。在金吉謝普及納爾瓦之間，泥盆紀地層位於兩個最低的組的一個——埃欣諾-斯菲里托夫組之上。過了納爾瓦，情況正相反：再向西而行，泥盆紀地層又依次地位於愈來愈高的下志留紀層位之上。

這些資材在地貌學上的意義在於：志留紀各種不同的組所以露於地表面之上，乃是在盧加阿至納爾瓦河之間發生了侵蝕的谷狀低地——自楚德湖至芬蘭灣。

在這個侵蝕低地的兩側上，就象在所有切斷稍經變動的沉積層的谷地兩側一樣，在不同的高度露出不同的岩層。這些岩層的露頭以及侵蝕低地的兩側都復蓋有中泥盆紀的地層。由此可以斷定，低地本身乃是因泥盆紀以前某一古代河流的侵蝕作用所造成，並且直到今日還保存在地形之中。

這個低地在南方靠近楚德湖，並且過渡成南北向的楚德盆地。極可能，所有的普斯科夫-楚德湖與盧加-納爾瓦低地都是古河谷系統，在其低部因不均勻地堆積了第四紀沉積層而變形。

无论如何，可以说自泥盆纪起，上述低地的北部是保存在地形之中的。

更令人惊异的，就是目前在地形上呈现的不大的河谷（在圣魏依马尔恩地区）也切入志留纪地层，并且为泥盆纪充填，也就是说，在重现着卢加-纳罗夫低地的缩图。这样便说明了古代侵蚀形态在俄罗斯平原西北部地形中的重大意义。而俄罗斯平原西北部地形过去学者曾认为是近期冰川堆积作用所构成的。

实际上，俄罗斯平原西北部的地形早在古生代初期就已具有某些现代地形的轮廓（波罗的盆地）。

大概古老的单面山台阶系统也是在古生代开始形成的，因为北部的单面山（志留纪高原）为卢加-纳罗夫侵蚀低地所切断，而后的年代经断定为泥盆纪。

蒂曼 依照H. H. 吉洪诺维奇的资料可以认为，因下古生代初期地壳运动而生成的蒂曼地块的地形，以后经过不同的变化，一直保存到现在。所以，它是从古生代起承袭下来的最古老的地形形态的复合体。自然，这样的推断有一部分是用类比的方法得出来的。在陆台的结晶基底露头之上，自泥盆系以迄较新的地层，时常可以看到不同沉积层的相发生有次序的变化，上述的推断就以这个事实为基础。所有这些变化指明，在陆台的整个历史中，基底的不平是一直存在着的。当然，在这一方面蒂曼也并不例外，它的现代地貌特点是从过去的古老时代继承下来的。

第二个应作的推断是：现代的蒂曼不仅被冲刷得很厉害（象学者通常所认为的），并且也在剧烈地沉降中。蒂曼的变质片岩的深埋层面上的强烈割切地形证明了这点。这个层面的高度的相对变动达2500公尺。

日吉利高地 H. I. 索科洛夫把日吉利描绘成一个古老的穹窿状隆起，中部低落（横面），在北部伴生着断层与挠曲。穹窿的表面为无数小构造裂隙所粉碎，这些裂隙也很好地表现在地形上，99%的冲沟都承袭着这些构造裂隙（A. C. 巴尔科夫）。

向日吉利的侏罗纪地层方向的相的变化证明：在侏罗纪以前，日

古利这个地方曾是一个高地，它被侏罗紀以前的喀斯特深而密地割切，并且为侏罗紀以前的冲溝（为侏罗紀地層所填充）所侵蝕。只有薩馬尔弓形地北部边缘沒有古老的冲溝。这就是說，在侏罗紀以前，北坡尚未存在。日吉利高地形成于二叠紀末期及侏罗紀初期之間，而断層形成于老第三紀末——新第三紀初期，虽然沿着断層綫發生的初期运动在侏罗紀以前就已產生；可能是在这个时候，也就是，在穹窿剛剛形成之后，日吉利断層也就出現了。不过地形上还没有台階，或者虽有而不顯著。

E. M. 彼尔米亞科夫所想象的日吉利的地貌發展較此还要复雜些，他認為这是具有不同特征的漫長的升降运动的过程。穹窿的隆起發生于：（1）三叠紀——侏罗紀；（2）白堊紀与老第三紀之間，（3）中新世——第四紀。在冰期，穹窿曾有沉降的趋势。升降运动的幅度达 700 —— 800 公尺。由于日吉利穹窿的变化，伏尔加河被压挤得向东南移动。

中俄羅斯高地 我不想詳細地談中俄羅斯高地的年代的特征，因为这个問題已經在上面論述过了。現有資料可以用來論述莫斯科附近地区侏罗紀以前的地形，以及奧卡河上游地区白堊紀以前的地形（尼基京）。把侏罗紀以前及冰期以前的地形“投視”到現代地表面之上的这种生动的例子，后來被丹申及 H. E. 季克用在莫斯科地区。中部俄羅斯高地的結晶基底位于它的正中（庫尔斯克地区），在地表面下 40—80 公尺的深度；高地的南部一定在古生代就已存在了，因为它被古生代的海盆自西南兩方所界限。

这里所列举的資材都只是說明地形發展研究法的应用，这种方法在最后常常是把地形与一定年代的沉積層加以对比。

如果一个地区的地質年代資料有很多的断缺，那么定出來的地形年代通常是不太准确的。这个結論完全可以用在俄羅斯平原上。不过，年代的确定可以归纳到一点，就是我們的平原在很久以前就已具有基本的外形，并且，它的地形繼承了下古生代的平原地形。

在構造上比較易于活动的伏尔加河沿岸地帶及其以南地帶例外，不过伏尔加河以南地帶的基本外形也具有远古的遺跡。

德聶伯中部低地 在地質学上被称为德聶伯-頓涅茨茨盆地的德聶伯中部低地，它的情况我們研究得最詳尽。在 Б. Л. 李契科夫、Л. Н. 索鮑列夫等人的卓越著作中，近年在隆格尔高晋等学者的著作里都談到这个地区。

德聶伯盆地的結晶底部位於距地面3.5公里以下的深处，甚至可能达6公里（索鮑列夫），而在頓涅茨部分甚至于低降到10公里的深处。盆地是古老的，因为它含有泥盆紀的沉積層。它很可能是元古代的。顯然在其中含有元古代奧夫魯奇砂岩的古河流沉積層。盆地成了自附近高地坡面上冲來的淤積物的儲藏所。

當下二疊紀及第三紀时，頓涅茨地塊隆起，与此同时，烏克蘭盆地东北部变淺。德聶伯河因为被頓涅茨地塊所阻礙而在克里米亞地方轉向西南，以后更將自己的河口移向西方，而靠近現代河口的位置。烏克蘭盆地有时是干的，有时是大河的儲藏所，有时为海水所淹没。在第四紀时这里形成了一系列的階地。在这些階地中，比較古老的階地沿德聶伯河向下沉降，为較新的并且明顯表現出來的“里斯”階地所复盖。

毫无疑问，擺在我們面前的是一个可以用于所有平原的、繼承古生代以來之形态的寬广盆地發展的鮮明范例，这种盆地正从地槽型盆地階段过渡为淺水的陸台低地。淺水低地是一种为河流的侵蝕作用所切鑿的低地，并且盖上了淤積物与冰水沉積物，后者形成了所謂河谷扇形地的薄層。

貝加爾湖沿岸 本区被称为亞洲的“古老黑暗区”。1901年为休斯所提出的这种看法在不久以前曾被 Я. С. 爱傑尔什捷因很精采地闡述过。必須注意的是，关于“古老黑暗区”这个問題，在地貌学与地質学兩方面常常沒有能很好地划分开。所以，关于这个問題的多年的爭論只是在大体上闡明了問題的地貌方面。无论是否構成亞洲的“古老黑暗区”的沉積層的年代，或是这个沉積層的褶皺变形的年代都不能直接地指出地形的年代；古老的沉積層可能形成古老的形态，也可能形成年青的形态；構成地形的并不是通常所說的褶皺，而是由于断層變得複雜了的升降运动。还有一点必須談到的就是B. A. 奧勃魯契夫院士首

先在1922年提出的关于“亞洲的古老黑暗区的新运动”的新概念也未能找出确定“古老黑暗区”地形年代的直接方法。

B. A. 奥勃鲁契夫指出西伯利亚东南部地形是陡峻形态与稳定形态相结合，他说道：“象这样的老年形态与壮年形态的结合只能是因为地壳的个别地段在早已确定的体制破坏之后又在不久以前发生巨大的位移所致”（第41页）。

如我们在上面所看到的，所谓形态的“壮年期”与“幼年期”乃是必须附有条件的。在各种情况下，它们都不能直接地按照这个字的地质含义把地形的年代告诉我们。不过，B. A. 奥勃鲁契夫论文中的新内容在于：他指出了西伯利亚具有不同世代（генерация）的地形。

只有这些形态与一定的沉积层的相互关系才能确定这种“古老黑暗区”的地形（尤其是象贝加尔湖附近地区），断定它们究竟是年青的还是年老的。

E. B. 巴甫洛夫斯基曾经做了一些有意义的综合工作。在这位作者的几篇文章中指出，地形最古老的是围绕着贝加尔湖的准平原化的地区；它们已经凸起而形成穹窿，它的中部以后破坏了，开始形成贝加尔盆地。

就象E. B. 巴甫洛夫斯基所说的，斯塔诺沃依山的穹窿状隆起在侏罗纪时就已开始了。这一点我们是相信的，因为自斯塔诺沃依山的穹窿向北，伸展着充满侏罗纪沉积层的山麓盆地。穹窿两“翼”地表面为充填含金淤积物的古老河床所切断。最深的贝加尔盆地非常年青。它的地形的年青程度如实地反映着它的地质的年青程度。盆地南部发育着砾岩。盆地开始发生于第三纪。河系逐渐改向，朝着新的深深沉降了的侵蚀基准——贝加尔湖。

H. B. 杜米特拉什科比较详尽地论证了贝加尔湖附近地区的地形年代。她也指出了该地区穹窿状隆起的存在（斯塔诺沃依山或沿东北方向呈线条状凸起的大隆起地带）。它们隆起的年代为自上侏罗纪至白垩纪之间。低地的侏罗纪沉积层与白垩纪沉积层说明了这一点，一些低地直到今日仍保存于地形之中：“所以，毫无疑问，中生代前期——上侏罗纪与白垩纪的沉积层是与直到今日仍保存于地形中的低地有关的

大陸沉積”(804—805頁)。或者，換句話說，據我們所知道的，斯塔諾沃依的現代地形是繼承上侏羅紀地形的。特別重要的是，在貝加爾盆地南部(索鮑列夫海角)的幾個地區中具有厚的礫岩層(500公尺厚)，無疑的，它們是介於河床與盆地間的高地受到沖蝕後的產物。貝加爾盆地中部比較年青。南部的年代為下第三紀與中第三紀，北部的年代為上新世與第四紀。不過，貝加爾湖岸的地殼運動直到現在仍在繼續著。

以上所列各點是我們根據確鑿的事實進行關於貝加爾附近地區幼年期與老年期的一般爭論後歸納出來的。

結論 在上列七個實例中，我都會特別指出：確定地形發展在顯著程度上與現代地形相近的時代的重要性。從地理學的觀點說來，這個時代是非常重要的。

我認為，地理學的地貌學的任務在於說明現代地形的成因。現代的地形是現代景觀的一部分，也就是自然地理學的主要研究對象。因為我們的重點放在現代，所以確定山地(烏拉爾、高加索)現代地形的原形的發生時代是非常重要的而這種時代正在被確切地紀錄下來。

確定地形發展基本時期的年代，就意味著確定了現代地形的歷史根源的長度。地貌學者根據這點就可以宣稱，現代的地形只是繼承了這一個或那一個不同的、但有一定年代的地形。

地貌學者的第二個相當重要的任務在於，編出地形年齡的一些順序的時期表。當我們把這些時期互相比較，並且確定了每一種地形在每一個期間內的特點以後，我們就可以看到地形變化過程中的路標，也就是說，可以看到地形發展的主要特點。

我們擁有的這類年代記錄越多，我們重構的地貌也就會更完善。在很多的地區中，年代根據的詳情細節不免因沉積層地層斷面的不完備而受到限制。

志留高原就可以做為這類的例子，它的基本輪廓是在志留紀(中泥盆紀?)與冰期(I)之間形成的。

地層斷面的相對詳盡性可以使我們較好地確定中德聶伯低地與貝加爾附近地區地形發展的特點。

2. 地形發展的基本問題

承襲性 这个名称是我自H. C. 沙茨基的著作中借用來的，他在論述大地構造時曾用過這個名稱。

在地貌學上“地形的承襲性”這個名稱是指現代地形有著悠久的、而且時常是很清楚的歷史根源而說的。

我所以及時地強調指出這個概念，是因為下列的原因。近年來，一些關於大地構造的概念並未加強地貌學中的歷史傾向；如果不加強地貌學中的歷史傾向，地貌學的順利發展顯然是不可想像的。我注意到了曾為蘇聯地質學者所發展了的施蒂勒派的觀點，H. C. 沙茨基曾經很正確地稱他們是新災變論者。

大家都知道，依照這些概念，則地球的歷史就要被40多個造山幕分裂為許多個別階段。在這些幕中，每一個階段都會使地形發展過程發生重大的變化，所以個別學者在現代地形中所能看到的主要的是、或者完全是最後一次造山幕的表現。象這種任何地貌單位的發展歷史為無數次造山運動幕的災變所“折斷”的情形就會給我們研究地形歷史根源的工作帶來困難。

關於施蒂勒的觀念所給予他人的影響在Л. А. 瓦爾丹梁茨的概念中就可以看出來。他曾把高加索的第四紀劃分為很多的造山幕，並且做出結論說：高加索是“人類眼看着”形成的。這樣的說法几乎是完全重複了М. М. 捷賈耶夫關於貝加爾附近地區的地形年代的同樣斷言。

和施蒂勒的大地構造概念（過於臃腫的概念）一樣，上述的地貌概念也是不正確的。關於高加索的地形Н. И. 尼古拉耶夫曾經正確地批駁了Л. А. 瓦爾丹梁茨的概念（1941年）。另外，Е. В. 巴甫洛夫斯基及Н. В. 杜米特拉什科曾經指出：在現代地形中可以看出貝加爾附近地區地形的古老根源（見上）。

所以，“新災變論”在地貌學方面的應用不如在大地構造學方面那樣多。自然，我們不能根據這點就做出結論說，在地面上沒有年青的地形。

為了說明恢復承襲地形的複雜性，我現在以阿萊谷地及在彼得一

世山嶺方面的西部延續——圖普乔克高原做例子。大家都知道，阿萊谷地是位于阿萊及外阿萊山嶺之間的高山構造的沉陷向斜（大向斜）。阿萊谷地的長度約為 150 公里，寬度自 15 至 30 公里，而谷底的高度在伊爾克什塔姆附近為 3 300 公尺，在達拉烏特-庫爾干附近為 2400 公尺。無疑的，阿萊谷地在古老的帕米尔-阿萊冰期開始時就已經存在了，因為巨大的山麓冰川曾自阿萊與外阿萊山嶺的斜坡降落到它的上面。而阿萊谷地地形的年代還要古老些。地質圖指出，阿萊谷地乃是新第三紀礫岩及老第三紀與白堊紀海相沉積層的儲藏所。海相沉積層依谷地兩側的輪廓而分布，這就使我們認為：在這個時期之前，阿萊谷地就已具有了基本的外形。最後，老第三系沿谷地橫向有規律的相變也指出了這一點——越遠離外阿萊山嶺的軸部，越靠近阿萊谷地，碎屑物質變得愈細。所以，阿萊谷地的現代地形是承襲着白堊紀初期的地形的。這就是一般的結論。不過這裡需要馬上加以附帶說明。在外阿萊山嶺的北坡，白堊紀與老第三紀的沉積層上升到 4 公里以上的高度，並且受到強烈的位移。所以，現代的地形並不是白堊紀——老第三紀地形的準確的拷貝。古老的地形遭受了不同的變化：在南部，邊緣谷地已經上升；而且它也縮小了。所以，白堊紀谷地面貌在現代地形上的反映這句話雖然是正確的，不過需要不同的附加條件限制（圖 50）。

這種現象曾被 B. П. 林加爾建描述如下：

“隨着自北向南行，外阿萊山嶺的老第三紀沉積層顯出了顯著而非常有規律的相變。……與外阿萊山嶺的北部邊緣（博爾多巴附近）相比，老第三紀地層在中部地區的厚度非常大，並且富含砂質的陸源沉積物質……。我們可以非常肯定地說。在始新世初期，在外阿萊山嶺地區，海洋在南方被中生代與白堊紀岩石構成的陸地所封閉。這個大陸曾經供給海洋以碎屑物質，它們按照顆粒的粗細而分布：自南方的礫岩經過中部地區的砂粒而達到北部石灰質淤泥中的細粒陸源沉積的混合物。

如果我們找出谷地西部的延續，那麼我們就會更加相信上述的最後一點是正確的。

阿萊谷地的寬闊部分的低的一端位於達拉烏特-庫爾干。更向低處，沿着克茲爾-蘇河伸展着狹窄的年青河谷的延續。在這裡，新生代

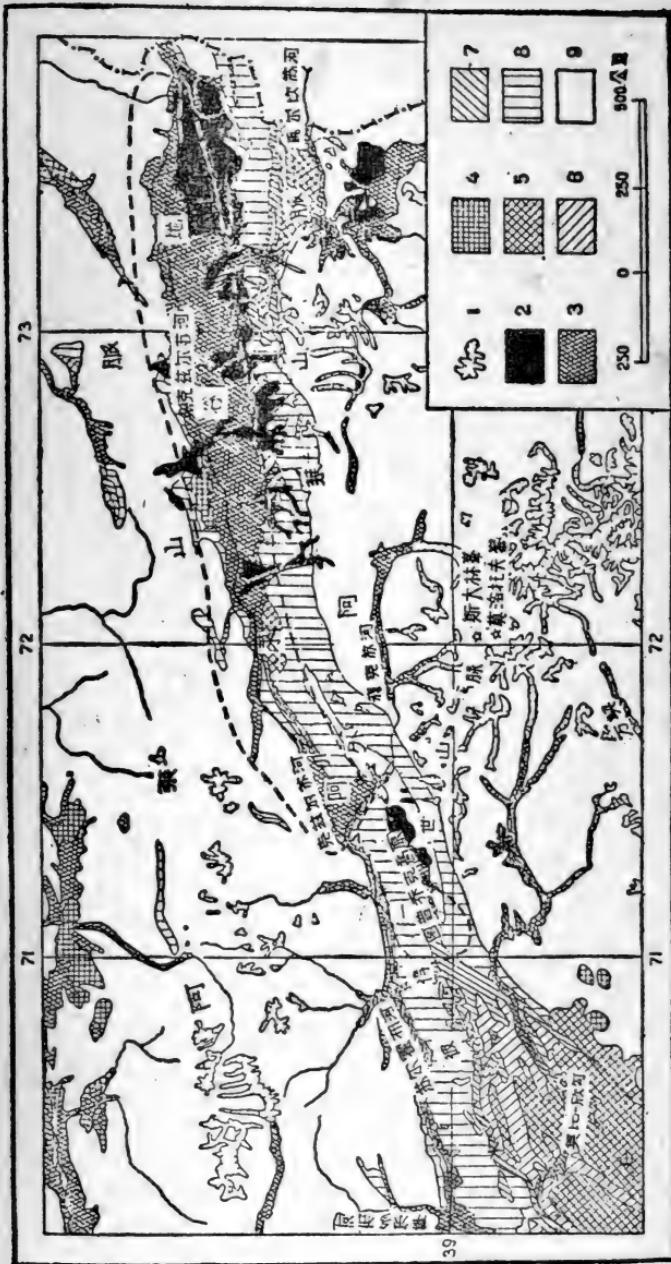


圖 50. 阿萊谷地。由於外阿萊山的隆起所造成的間斷，阿萊各地——圖普喬克“高原”——的延續
1—冰山；2—冰川沉積；3—第四紀沉積；4—新第三紀及老第四紀(未受剝切的)沉積；5—新第三紀；6—新紅色
層(上老第三紀及新第三紀)；7—新第三紀及新第四紀；8—白堊紀；9—老者一些的沉積

中期的地層完全撓曲，它構成了阿萊山嶺的南坡与外阿萊山嶺的西端。自此，它越过穆克-苏河的峡谷而进入彼得一世山嶺。这样，原来曾和古低地地形一致的白堊紀和老第三紀地層便在这里为外阿萊山嶺的隆起所破坏。这个隆起并且促進了穆克苏河峡谷及在达拉烏特-庫尔干以下的、克茲尔苏河部分峡谷的生成。不过在顯著的中断之后，也就是说，再向西南方，又出現阿萊谷地的延續。这就是圖普乔克高原。它也是介于兩個山嶺之間——在东南方面是彼得一世的东部山嶺，在西北方面是彼得一世的西部山嶺——而伸展着的河谷狀低地。地形与白堊紀及老第三紀地層的关系在这里同阿萊谷地的情况一样。这些沉積層和上述的低地一致。圖普乔克高原好象是古老河谷的殘段。这个殘段的末端“懸”于穆克-苏河谷（在北方）及欣戈烏河谷（在南方）之上。这样，在大約 250 公里長的距离內，我們看到了兩個承襲了白堊紀、甚至白堊紀以前地形的古河谷狀地形的地段。介于兩個地段中間的是因年青的外阿萊山嶺的隆起而形成的間斷。

从这个例子中可以明顯的看出，我們所說的承襲地形是指的哪一种地形。这也說明了我們在断定它的时候必須很慎重地、以每个地段的具体材料为依据。

方向性与循环性 关于地形發展的循环这个概念乃是戴維斯的最著名的基本觀点之一：准平原的隆起遭受了一系列有順序的变化，其最后的一个阶段又是准平原。

在地質学中，地形循环的原則曾为学者热烈討論过。A. Д. 阿尔漢格爾斯基、布勃諾夫、Б. Л. 李契科夫、A. Н. 馬查洛維奇、Г. В. 米尔琴克、Л. В. 普斯托瓦洛夫、Н. С. 沙茨基等人都曾对此問題發表意見，并且把它应用于岩石圈的基本地質構造的演化方面。对于大地構造学及地貌学說來，問題的重心就是兩种基本構造——陸台及地槽——的演化及它們中間的相互关系。

A. Д. 阿尔漢格爾斯基曾經舉出一些新地槽形成的例子。这些地槽在地球的歷史过程中弥补着地槽的虧損。根据这些例子，阿尔漢格爾斯基也在一些附加条件下于一定程度內同意地球發展中的及其主要地形的循环原則。这也就是地壳及其構造与地形發展过程的可逆性觀

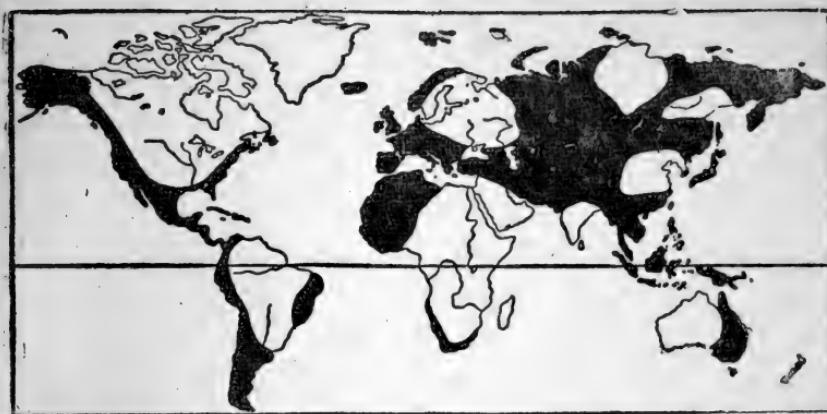


圖 51. 地槽区(黑色)及里菲期(рифейская эра) 陸台(据H.C.沙茨基)



圖 52. 地槽区(黑色)及泥盆紀与石炭紀的陸台(据 H. C. 沙茨基)



圖 53. 地槽区(黑色)及阿尔卑斯造山作用末期的陸台(据H. C. 沙茨基)

念，它曾为A. H. 馬查洛維奇所表明。馬查洛維奇关于地壳在中生代及第三紀的演化是这样說的：

“地壳的發展路程在改变；代替着最后的各个地槽的逐渐固結与封閉發生了相反的过程——最先固結的陸台發生破碎作用。貢瓦納有三分之二固結于卡林造山运动期，有三分之一固結于加里东造山运动期。这是因为，地壳的固結并不是最終的过程。不要以为它的坚固地段的形成就会導致永久的固結状态，并且它们所有向新状态的發展都会被中止。重新構成的大地構造的新質——陸台——增長到一定的时期，达于坚固的極限时期以后，它就会开始破碎、沉降并構成新的活動地帶（第35頁）。

在第三紀及第四紀时，地壳中的这种活動趋势的增長已告完成，而繼之以陸台轉变为地槽的形勢。大西洋北部特提斯地帶（地中海、黑海等的海底塌陷）在下沉，形成大的东非地塹，太平洋諸島在下沉……。所以，馬查洛維奇認為：在地壳的歷史上，韻律現象表現得極為明顯；当然，我們不能認為，發展的韻律会形成一系列封閉的循環，最后又回复到原來的情况。

布勃諾夫、A. A. 鮑里夏克、Г. В. 米尔琴克及H. C. 沙茨基等人很強調地指出了地壳發展中的方向性，其構造的方向性以及地形的方向性。依照这些作者的意見，在地球的歷史進程中，地槽的規律会为陸台与断塊的規律（Г. В. 米尔琴克）或者完全为陸台的規律所代替。这个过程已在本書引用的H. C. 沙茨基的圖51, 52, 53上說明了。它們指明了由于陸台面積的增大而發生的地槽面積的逐渐縮小（圖54）。

A. A. 鮑里夏克較所有学者更尖銳地指出地壳發展的方向性，他說：

“人們一定会提出这样的問題，就是在現代的海中，哪些部分是地槽呢？对于这个問題只能有一个答案：現在沒有这样的地形，”“表現为地槽的那个地球發展階級已經过去了……当陸台剛剛變得坚实的时候，在其中已經看不到比較富于可塑性的拗陷”（第9頁）。

布勃諾夫曾經談到地壳基本因素的漸進的（有方向的）的發展，他說：“毫无疑问，地球形成的基本規律就在于此”（第162頁）。

随着地槽的發生，在地槽中進行的作用可能發展得很猛烈，这样

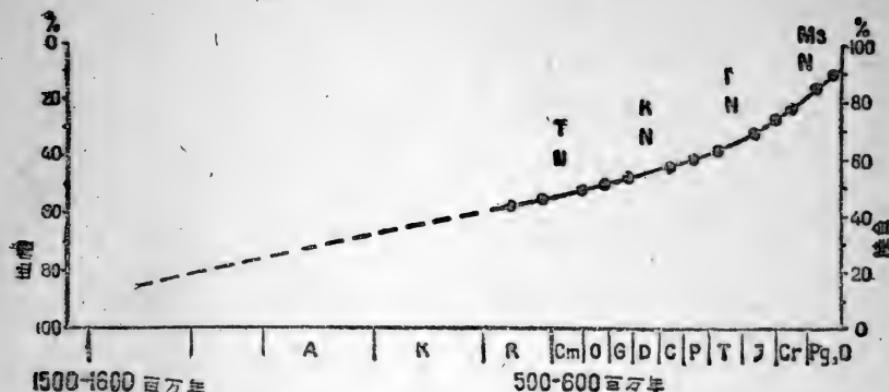


圖 54. 地殼發展曲線(據H. C. 沙茨基)

使地形的幅度就变得很大。在地球的歷史中，新第三紀和第四紀的地中海山岳地形——喜馬拉雅地槽很可能曾是高山地形。

所以，兩種過程——循環性與方向性——乃是地形發展中的主要規律，它們一起造成了地殼及地形的螺旋式發展。循環不是封閉的圓圈，而是地形螺旋式的有方向的發展。這種趨勢的具體表現就是陸台上平坦地域的增長，而這種增長是為地槽區山岳的激性爆發（пароксизм）所中斷了的。地槽的寬度變得越小，陸台中平坦地域增長得越厲害。

應該把這些一般的概念具體地聯繫到個別地域的地貌發展上去。我們所需要的（就象上面所說的）是從地形取得了同現代相類似的外形時開始的地形發展情況。現代地形的承襲性原則以及現代地形的歷史根源的探索迫使地貌學者進行深遠的歷史地質學的觀察。然而大多數的場合，這些觀察的深度較之某種專門的關於地球歷史的歷史地質學觀察是要小的，這是由於地貌學者所探求的是現代地形的過去根源，而研究過去的地形並不是他的本來目的。所以也就不能找到較多的一般根據來揭露地球的現代地形發展中的循環性。

現在舉幾個例子來說明。

烏拉爾地形是由二疊紀（亞丁斯克時期）起有方向發展起來的。烏拉爾現代地形繼承了上二疊紀時期的地形。從那時起，烏拉爾只蒙受過比較小的改造。我

們在烏拉爾地槽的歷史中並不知道有过“第二个烏拉爾”，因而，我們在烏拉爾的地形發展中也沒有發現封閉式的循環。从二疊紀起至現代止，烏拉爾地形會經歷過一定的演化階段，然而並沒有回到當地最初的地貌輪廓，並且我們也沒有任何理由斷定它總有一天會恢復原狀。

天山在它的本身留下了完全不同的形态特征。它們証實了天山在形态演化方向方面的剧烈变化。这些变化能否証實地形發展的循环性呢？我們不難相信：实际上并不是如此的。天山的地形有兩個主要的形态特征，这就是：（1）中、古生代的剝蝕面，這些面會抬升，並受到变形，（2）新第三紀及第四紀的高山地形。所以，在天山的現代形态外貌上留下了它的准平原化發展的特征和隨後轉變成山地的特征。就象某些學者所想象的，在山地地形的發展過程中，達於積頂點（кульминационная точка）的時期已經过去了。目前山地地形已有凌削的征象（阿尔漢格爾斯基）。

另外有人抱有其他的看法（如李契科夫）。不管看法如何，天山的現代外形並沒有循環發展的跡象。這個發展有方向性的特徵——從平原地形變為山岳地形。即使山岳具有凌削的征象，我們也沒有任何的理由來推斷：山岳的“衰退”會繼續到天山的地形重新獲得平原特性的时候。我們不如說——這是一種趨向於比較均夷之地形的螺旋式的趨勢，而無論如何不是封閉式循環發展中的一部分。

最後，再談一談俄羅斯平原的地形。在談到它們的時候也不能採用循環的原則。在寒武紀初期（如果不更早的話），俄羅斯平原就已經平坦了，它到現代依然如舊。自然，地形的變化是曾經發生過的，尤其是象那些曾在地槽中發生過的作用的余波。不過這些變化的特徵不象地槽中的變化那樣劇烈，所以我們几乎不知道它。在這裡具有方向性的全部發展過程好象已經減弱，不過沒有循環發展的跡象。

關於所謂大陸與海洋的永恒性 大陸與海洋的永恒性或恒久性是在國外文獻中發表的見解，在蘇聯的一部分著作中有這樣的主張。B. И. 維爾納茨基在他的文章中說：在地球的歷史中，太平洋海盆是一向存在着的。A. A. 鮑里夏克在他所著的“歷史地質學”中也曾表示了類似的看法。布勃諾夫正確的指出（第162頁），在大陸與海洋的永恒性問題上，會有兩種概念參混，這就是地球水殼外形的恒久性及地球硬殼的高（大陸）地段及低（海洋）地段位置的恒久性。這兩個問題的解答是不完全相同的，因為水圈（海洋圈）地段的位置與外形不僅和岩石圈表面的變化有關，並且也有一部分和海洋水量的變化有關，海洋水量並不是經常不變的。關於這一點，我們在上面已經談

到了。所以說，自然地理的問題及地貌學的問題已被混為一談了。如果我們把問題只限于地貌學這一方面，那麼我們就應該論到地殼高的部分及低的部分，即大陸部分與海洋部分位置的永恒性與非永恒性。這樣，便發生了各種派別的爭論。這些不同觀點的發表者計有阿·彭克、休斯、維里士、舒克特、德納。

阿·彭克是永恒論的信徒。他認為：海一向是深的。即使把所有陸地切下來填到所有的海洋盆地里去，海洋的深度也不会少于2640公尺。甚至假定地球在其地質生命初期的體積會比今天大10%，地球上的情量會比今天少10%，海洋的平均深度在當時也不会少于1800公尺。

另外一個永恒性的證明就是：從古生代開始①，陸地上的生物是不斷地發展着。這就是說，陸地一直是存在的，雖然它的位置可能曾經發生過變化。

阿·彭克的這個概念可以叫做大陸與海洋永恒性的相對的理解。

休斯反對海洋永久地保持很大深度的原則。因為海水的深處是地殼的塌陷，所以它們不會是一直那樣的。譬如，在特里尼達島上有和南美同種類的魚，這就說明在過去是沒有海的（寬達數千公里）。

陸地和海洋許多地方經常是在改變的。在過去曾是特提斯海的陸地上，看到了海成沉積。相反地，阿爾卑斯的山地建造則在很多的地方沉降到了大西洋的底部。

從這些反對意見可以明顯地看出：深海和陸地總是曾在某個地方保存着的，所變化的只是在地球歷史中的深海和陸地的位置。

維里士主要是以彭克的見解為根據的，他認為：海洋的容量遠遠超過大陸的體積，以致它們中間不可能有相互的補償。不過在他的議論中還有一點比彭克的說法更加激烈。維里士說，“大的海洋盆地乃是地球表面永久不變的特點，從水第一次發生的時候起，海盆就处在今天所在的位置，外形上的變化不大”（第241頁）。

這樣，依照維里士的說法，深海洋與大陸不僅是在地球表面上的

①或者還要早一些——馬爾科夫。

某个地方是永远存在的，并且在过去就是位于今天我們所看到它們的地方。維里士認為其他的假定是不可能的。被貢瓦納大陸壓擠出來的水是无处容納的。而且，陸地和海洋是依照它們的重量而分布的，重量的变化就意味着地球上層物質全部重新分配。这种物質重新分配的征象我們是不知道的。

維里士的觀念是比較偏激的，是对永恒性的絕對的理解。

我們轉而对这些觀念作評價的时候，必須着重地指出这种純形而上学的問題的提法。大陸与海洋是被他們看成了超乎歷史範圍的东西了。它們是永恒的，它們是不变的。

不難理解，实际上我們只能夠說：某些地形是如何的古老，某些大陸与海洋盆地是如何的古老。在这样的提法下，可以解决地形永恒程度的問題，換句話說，可以解决承襲地形的年代問題，可以解决关于地球表面不同部分地形演化速度的問題。

在現代地形中有着这样的地段，它們的地貌是在悠远的地質古代中形成的。这就是現代大陸的“凝結核”（ядра конденсации）—結晶地盾。前面已經指出：地球的深处構造——大褶皺与深断裂的特征在極古时代就已奠基，而且在其發育过程中就具有極大的穩定性。也就是它們造成了地表面上的主要的起伏。

所以，我們在地形的現代面貌中可以时常看到它的蒼老的遺跡。然而古老的形态也已經進化了，很多其它的主要地形形态是在較近的上古生代、中生代、上第三紀和第四紀时代形成的。

地球的面貌是在不斷的發展过程中形成的。在地球的面貌中沒有永久不变的形狀。

关于地形演化的現代階段的問題 目前的时代是高山和深海盆地的时代，这个結論在地貌学者中大概是沒有異議的。

但是，現代地形的一般發展趋势是怎样的呢？我們是不是可以推斷它是繼續保持着上升的發展趋势；或者推斷地形上升發展已經到了積頂点，而現代的地形已趋向沉降了呢？

支持前一个看法的是B. Я.李契科夫，支持后一个看法的是A. Д.阿尔漢格爾斯基。

Б.П. 李契科夫曾經正确地指出：山岳地形并不是由“小的褶皺作用”形成的。地形是由完全特殊种类的褶皺——背斜頂部形成的。它們不能和普通的水平褶皺混为一談………它们的大小有区别。这就是阿尔干所想象的深褶皺，埃里克·加尔曼所想象的“地腫”（геотуморы）（第18頁）。从这个造山作用的定义中必須得出一个結論，就是現在的时代是山岳增長的时代，是造山运动的时代，因为我們在各处都可以看到表現为褶皺——背斜頂部形成的、造陸隆起的遺跡。

“在短短的不超过一百万年的时间裏………在淺海中造成了2公里以上的深窪，在陸地上和島环上造成了高达5、6公里的山系，我們能不能說这是一个安靜的地質时代呢？”（見同書第28頁）。

山岳的增长是現代的特点。同山岳相伴而生的是深的海盆。

А. Д.阿尔漢格爾斯基曾經稍有不同地解釋了阿尔卑斯地帶地形的基本特点。他認為：在現代，这个山岳地帶在破坏着，那些靠近它的陸台地段部分也在破坏着，在它們原來所在的地方开始形成了新的地槽。所以，地形的發展在現代已經有了下降的趋势了。

阿尔卑斯及比較古老的山脉中的巨大盆地就是造山波下降的征象。这些盆地發生在第三紀，并且在第四紀和現代繼續發展。它們逐漸地破坏了歐亞大陸的最高的山岳地帶，并且从它的邊緣开始進行。从这里盆地便穿入山岳地帶的中部。在西方我們看到了地中海海盆、黑海海盆，在东方我們看到鄂霍次克海及日本海海盆，而在高山中部看到地域比較局限的盆地——貝加尔、伊塞克庫尔及其他湖盆。

現代的火山帶——在西方地中海区；在东方堪察加（直到貝加尔湖附近）——也是和現代的主要沉降地帶相关联的。

“第三紀后半期及第四紀的特点，为具有断塊特征的垂直运动發展得非常广泛。在东方形成的鄂霍次克海深盆地及日本海深盆地，在西方形成黑海盆地及整个地中海盆地系統，都是屬於巨大得驚人的沉降現象。在每一个山地中都可以看到不久以前形成并且繼續到現代的隆起的遺跡在中亞細亞及亞洲中部的山地中，这种現象尤其顯明。与此同时，某些破坏山嶺的窪地也發生了巨大的沉降”，

“有两个主要的年青的火山活動帶。其中东方的一个和太平洋邊緣的沉降地帶相关联………第二个，西方的年青火山帶和地中海盆地相关联”（見同書312頁）

阿尔漢格爾斯基繼續說：“这些沉降作用逐漸地發展，它們从东方（从太平洋）及西方（从地中海地帶）穿入大陸深处。包括着帕米尔、天山、喜馬拉雅山

等的新地槽的中部只是會在非常小的程度內被沉積作用惹動過。正因为火山噴發是和沉降作用相关联的，所以在这个高的隆起地帶中，也沒有火山現象”（見同書第314頁）。依照阿尔漢格爾斯基的主張，在阿尔卑斯地帶及一部分亞洲陸台上正在進行着新的地槽形成作用；我們在馬查洛維奇的著作中也可以看到对地形發展的現代的趨勢有同样看法。在他的著作中，地槽形成的趨勢會被更有力地指出，它會明顯地表現在阿尔卑斯-喜馬 拉雅地槽的造山過程的曲 線中（見同書第 28 頁，表3）。

这个觀點是考慮到比較多的事實的（火山的分布，見前）。这个觀點也給我們說明了第四紀冰期后的冰川減少的原因。所以我也比較相信：山岳發育在新第三紀末期与第四紀初期之間的時候就已經達到了積頂點，目前我們已經看到了地形下降發展的趨勢。

第五篇 地貌学的基本問題与 苏联的國民經濟

地貌学与國民經濟——这两个概念的結合在國外学者的地貌学著作中是看不到的。这个道理很容易了解，因为現代的資本主义經濟对于設法提高經濟潛力是不感兴趣的。前面曾談到，在战前，因为美國正在建設水电站，所以美國的关于一般地貌学的著作只限于闡述与河谷發育有关的問題，而且是很陈腐和簡陋的。在苏联对于科学所提出的要求，其中包括对地貌学的需要与資本主义國家的情况完全相反，这点是无須論証的了。地貌学方法應該为我們的國民經濟服务是毫无疑问的。我們甚至可以說，國民經濟向地貌学提出的要求是如此的多种多样，要想概括地研究这些問題是很困难的了。我可以举一个例子，象H.H.尼古拉耶夫不久以前發表的僅为解釋与工程有关的現代地貌過程的文章，就列舉了几十种不同的地貌過程。

很顯然，我們現在所需要論述的只是那些國民經濟發展的基本問題，它們的解决仰賴于地貌学基本理論的研究。所以，我在这里只談一些关键的問題。

当然，这些关键問題必須要联系到最近一个(第四个)五年計劃中的苏联國民經濟的恢复与發展，甚至联系到过去四个斯大林五年計劃期間的國民經濟的一般發展趋势。

我認為，國民經濟任务与理論地貌学任务的基本結合之点有四：

1. 地貌学与苏联重工業原料基地擴充的关系。
2. 地貌学与苏联动力資源進一步發展的关系。
3. 地貌学与苏联農業進一步發展的关系。
4. 地貌学与苏联制圖事業的关系。

在上列四点中，前三点是有充分根据的，它們是根据第四个五年計劃及前三个五年計劃的內容而得出的結論。第四点是根据苏联制圖

工作的巨大發展，以及它在科学組織方面的巨大意義（如我所說的）而言的，在這一方面，地貌學是起着作用的。

這裡需要預先聲明的是，我所要說的只是普通地貌學與國民經濟相結合的某些基本方向，而並不是想列舉地貌學可以實際幫助國民經濟的一切方向。

地貌學與蘇聯重工業原料基地擴充的關係　關於這方面我想要說的是地貌學在研究各種主要類型的礦床（深成的，沉積的，與風化的）分布規律中的作用。

我还記得，在發布的恢復和發展蘇聯國民經濟的1946—1950年五年計劃法令中，曾提出關於我們工業最主要部門在1950年時產品的生產應該達到的標準。首先，在冶金方面，生鐵應為19,500,000噸，鋼25,400,000噸，鋼材17,800,000噸。這些五年計劃中的主要數字，載於說明生產與基本建設進度的五年計劃法令的第二部分。為了建立適當的冶金原料基地藉以發展我國工業，五年計劃法令中曾提到（見第13頁）：

“加強地質勘探工作，尤其是在蘇聯東部的勘探工作，藉以更進一步的擴充供工業上使用的鐵礦儲藏量與金屬資源的儲藏量，以便建設新的冶金工廠及做為生產資料之用。要發現供工業上使用的鐵礦1,680,000,000噸，其中西西伯利亞為100,000,000噸，錳礦110,000,000噸。準備工業資源以便在北部烏拉爾、西伯利亞、哈薩克蘇維埃社會主義共和國以及庫爾斯克磁力異常地區建設新的冶金工廠”。

五年計劃法令在有色金屬的增長方面也提出了巨大的任務。必須“在五年內把銅的生產量擴充到1.6倍，鋁2倍，鎂2.7倍，鎳1.9倍，鉛2.6倍，鋅2.5倍，鈷4.4倍，鉬2.1倍，錫2.7倍”（見第14頁）。

由此可見，建立冶金基地乃是1946—1950年五年計劃中的基本任務之一。冶金基地是重工業的基礎，而重工業是蘇維埃經濟的骨幹。

我們也可以看到，恢復並發展國民經濟的五年計劃會直接地把任務交給地質勘探工作者。現在要問，這些任務與一般的地貌學，尤其是地貌學的理論有沒有聯帶關係呢？

對於這個問題應該作肯定的答覆，這點我認為是沒有疑問的。不

過我必須談談地理學方向的地貌學者所常表現的“害怕地質症”。有的時候，地貌學者認為在地質勘探隊中進行工作將歪曲地貌學科學活動的地地理學方向。什么样的稱號（地質學方向或地理學方向）並不是一個重要的問題，重要之點在於，是否有助於五年計劃基本任務的圓滿解決。如果還會有什么爭論之處的話，那只能是：地貌學的研究與綜合究竟能對我國冶金工業基地的建立（一般說來也就是原料基地）有多大的作用。

我認為，在這方面，地貌學的前途是遠大的，它們的被利用是很不夠的。我們不能不很惋惜地提到這個事實，就是美國地質局從成立之日起就多方面的使用地貌學的研究方法。美國地質局發表的第一部專刊，無論在內容方面和方法方面，都是地貌學的。我們的地質部直到現在還未認識到地貌學的方法是地質勘探及其他地質工作的基本方法之一。如果說地貌學的方法在實際地質工作中愈益廣泛地被使用，那也只是“自下面來”的壓力所迫，而不是地質部的領導機關和研究機關“從上面”理解這種方法的結果①。

地貌學的綜合工作對於成因不同的（深成的，沉積的，風化的）金屬礦床的研究是非常必要和有益的。地貌學理論對研究深成礦床的分布規律有很大的意義，但是地貌學與地質學的文獻絲毫沒有談到這一點。不過這一點是曾被A.E.費爾斯曼暗示過的，我所說的是他的關於地球化學富集體的學說②。

A. E. 費爾斯曼寫道：“一切自然過程無論其成因如何，都有其一定的傳播區域，後者我們時常可以看作一個中心點——影響於周圍自然界的源地。很顯然，這樣的中心點的作用是沿着以其為中心的同心弧、帶、圈而傳播的，而且，當介質相同的時候，富集體便具有球形的特徵，而當介質不同的時候，有一些是

① 在這裡要向在不同地質勘探組織中工作的青年地貌學-地理學者們表示敬意。必須指出，他們完全理解地貌學與地質學相結合的必要性及地貌學與實際工作相結合的必要性。在一些地貌學者的倡議下，1946年組成了地貌學委員會，現在該委員會設在蘇聯地理學會莫斯科分會內，依照地貌學委員會發起人的意見，該會主要任務是提出並討論應用地貌學的問題。

② “地球化學富集作用（原生的）就是圍繞著冷卻岩體的化學生成物的地帶分布，這與自中心點至周圍的溫度逐漸減低有關。”（費爾斯曼，地球化學卷2，103頁）。

有向量的（векториальность）或不对称的时候，富集体便具有比較复雜的特征。

我们可以确信，A.E.費尔斯曼所提出的关于富集体的概念，无论在地理学方面，普通地貌学方面或实用地貌学方面都有很大的意义。我所說的在应用地貌学方面的意义是指着应用一般的地貌学概念來確定深成礦体的分布規律而說的。关于富集說的全部价值，这个學說的創始人已經告訴我們如下：

“首先，我們可以說，地圈本身就是一个地球化学的富集体，不过它是一个規模較大的行星富集体。在本章內，我們只想分析先后發生的兩种富集类型，第一种我們叫它为原生的，它是与岩漿的逐漸冷却有关系的，第二种我們叫它为次生的，是指着那些由于外力对地表的作用而發生的異常复雜的过程”
(第2卷159頁)。

在本書的結尾(第六篇)中，我还要談到富集學說的一般意義。这里我想談談富集作用(原生的)的特殊意義。如我們所看到的，這個名詞應該理解为岩漿結晶体及其派生物在地壳中的有規律的分布。埃利·迭·博蒙曾把費尔斯曼在一百年以前(1847)首次提出的这个規律和虹的色彩的分布比較。他把这个規律叫做“*Aura granitica*”——花崗岩暈圈。

圍繞着冷却着的岩漿源的富集分布規律大体上是这样的：在距地表面數公里深处冷却了的花崗岩基^① 分異为偉晶花崗岩的殘余与气态分泌物——气化物(пневматолиты)，后者集中于岩基的頂部。在它們的上面分布着热泉，溶液中含着不同的物质。这就是所謂热液產物(гидротермалиты)。在岩漿源的冷却过程中，各种礦物的富集体由于这些礦物的凝結溫度不同，而有規律地分布着。

費尔斯曼把上述富集体分为十几种，以拉丁字母(由 A 至 L)來表示：(1) A, B, C 三类是在岩漿階段形成的。(2) D, E, F, G 四类是在气化阶段形成的。(3) H, J, K 三类是在热液阶段形成的。(4) L 类是在地表面形成的。在岩漿阶段中形成的富集体，位于地表

^①大部分礦石与酸性的花崗岩基有关。

面下的最深处，——温度較高的 2—10公里深的地方。在这里，礦体大的是在 1500° 左右的溫度中形成的。这里產生了白金、鉻鐵礦及鈦磁鐵礦(由超基性岩漿形成)的礦床。偉晶花崗岩階段產生含有震石、磷灰石、鈾、釷、銳及鉭等富集体，它們是在700°左右的溫度下于 7 公里以上的深处形成的。再往上分布着 气化阶段的富集体(溫度在 600° 以下)，其中包括鉑、錫、鉭等的礦床。最上面是热液阶段的富集体(溫度为50—500°，深度为0.5—2公里)。它們形成了在性質上最为复雜的礦床，这些礦床依照深度遞減的順序排列为：鉭、金、銅、鋅、鉛，最上面是水銀与砷。这种地球化学富集体的分布規律如圖55所示。

A. E. 費尔斯曼寫道：

“为了理解这个过程，現在我們來研究一下在 2—5 公里深处，也就是說，在地热增溫級的第 4—5 級(約150—200°C)及大气压力在1500个單位以上的地区

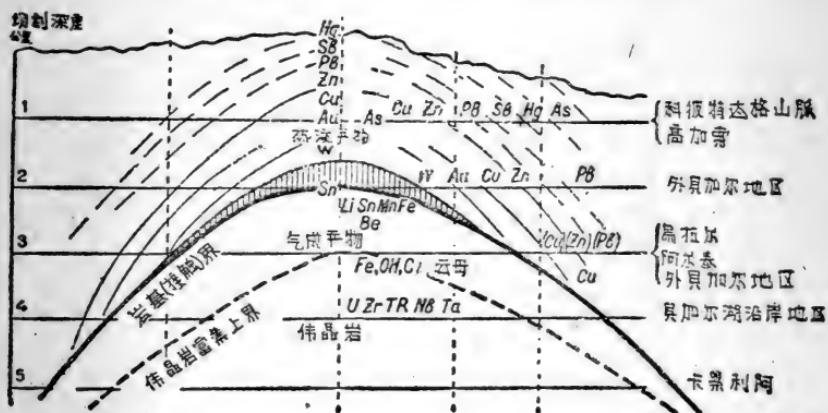


圖 55. 地球化学富集体、侵蝕程度及各种礦床在地 球表面上的分布情
况 (据 A. E. 費尔斯曼) TR——極少的地方

冷却的花崗岩基的結局。花崗岩基在接触地帶凝結，分異为偉晶花崗岩的礦体和气化餾出物。極大部分的偉晶花崗岩形成物位于接触地帶附近。在此过程中，偉晶花崗岩侵入花崗岩中，也侵入于闊岩中。它們的排列順序是按照下面的規律的：——.....高溫类的在深处，低溫类的在上面。气化物大致也适合于这个規律，然而，在数量上绝大部分集中于岩基的頂部，所有揮發性的物質都有向上移動的趋势.....”(172頁)。

我不想再多談 A. E. 費爾斯曼的概念。自然，這些概念就其本質來說是地球化學方面的問題，不過從另一方面來說，它們也是地貌學方面的問題。A. E. 費爾斯曼也指出了這一點。他說，每一個岩漿源的富集體都或深或淺地為剝蝕作用所切割。地球化學富集體的切割深度、侵蝕層次與剝蝕程度決定著該地貌區①礦體分布的具體情況。

在圖55中，侵蝕深度用橫綫（單位為公里）來表示。圖右的注釋表示：各地貌區（波羅的結晶地盾〔卡累利阿〕，烏拉爾、高加索等）的地表面所適應的侵蝕深度。

依照地貌學的慣例，這些地區常被叫做老年地貌區或青年地貌區。譬如，烏拉爾是老年的山脈，高加索是年青的山脈。毫無疑問，高加索山的剝蝕程度要比烏拉爾輕一些。依照這種地貌學的評價，就可在勘查礦床時得出正確的推斷，因為事實上存在的這種礦床分布的情況已經証實了這一點。

譬如，在芬諾·斯堪的納維亞地盾上只能見到與岩漿作用的根部有關的礦物，與深處高溫分泌物有關的礦物，如長石、石英以及某些稀有金屬。在溫度最高的氣化地帶也可見到鉬及錫石（錫礦石）。從元古代開始的（見前）在很長遠的歲月中所形成的波羅的地盾的準平原地面把其餘的礦床都剝蝕掉。在這樣悠長的時期內，剝去了包含著熱液及氣化階段的富集體的一層地殼。

“所有富於揮發物的產物、各次水熱作用、礦脈，也就是說，所有在發生上與深處有關係的，而堆積性質與其根部不同的物質——所有這些在這種地盾的地球化學成分中是缺少的。在地盾區，主要是岩漿直接分泌的產物，甚至於古地盾的經常旅伴——偉晶花崗岩，我們也只能在最高溫的根部見到它們（1932，19頁）。各地盾的礦產種類是一致的：在基性岩石中是銅和鎳，在花崗岩中——鐵礦。

在古老地盾面上，地貌特徵與地球化學特徵的對照可以用年青的高加索地表面作例子。它的地球化學富集體的原生構造面與原生地球化學面受侵蝕割切的程度比較小。

① C. C. 斯米爾諾夫後來曾對這一定义加了一些補充。

因为年青的地表作用的形成所蒙受的侵蝕作用还很少，所以它們的主要特征應該是保存有富集体的外部，也就是說，在它們中間不僅含有被水溶解的一般沉積物，并且还有低溫級的銻、水銀、砷……礦泉、碳酸分泌物等。这种地球化学作用的类型实际上与高加索、科彼特-达格及中亞一帶有关系”（1932, 38頁）。

古老的侵蝕切割面为近代的作用抬升到很大的高度，因而發生了种种不同的变形。在这种地方的地表面可以看到深度不同的地球化学富集体。譬如，天山就是这个样子。在那里，“在一个平面中具有种种不同的富集体。因此在这个地区中有多种多样的化学元素。不僅可以得到具有工業价值的銅、鋅和鉛，并且也可以得到砷、鈷、錫、鉑，有时还可以獲得鈾和鐳。这些礦物同在一个平面出現，是不足为奇的事”（同上，62頁）。

所以，一个区域的剥蝕程度可以使不同的礦石共生体依照先后次序出現于地表面之上，如圖55的橫綫所示，一个地区的地貌發展以及該地球化学区的地球化学“內容”使得深成礦床的有規律的共生現象出現在地表面上。这些礦床成为我國工業的原料基地。

为了确定这个規律，必須好好地研究苏联各地貌区的發展歷史与其現代發展階段。

地形的不同地貌年齡决定着富集体的不同切割深度。这一情况可以引用 Г.П. 沃拉罗維奇的話來表示：

大多数金礦床位于古生代与中生代的山脉中：“…………最丰富的產金地区就是由古生代与中生代褶皺所構成的西伯利亞邊緣地区。而大部分由寒武紀以前（卡累利阿、德聶伯河附近）的地層或最新褶皺山脉——喀爾巴阡、克里米亞、高加索等地則是金礦貧乏地区”（107頁）。

这是很容易理解的，因为金分布的“水准面”是在地壳的中部。在最古老的地区不能發現黃金，因为它早已被剥蝕作用消除了；而在最年青的山脉中，金的富集体还没有为剥蝕作用所揭露。

但是，解决一般的地貌学問題在探索礦產富源方面的必要性并不僅是这一点而已。地貌学者的理論立場如何也是非常重要的。下面我用一个抽象的例子來說明这个問題：假定有这样一个圍繞着花崗岩基

形成的地球化学富集体，如我們前面一再引用的圖55所示。我們並且假定，切割面并不是原始的水平面，如該圖所示。假定山的隆起作用与剥蝕作用使原生的簡單山勢變得複雜，現在的山坡成為階梯狀。這樣的情形正如戴維斯及瓦·彭克（兩種地貌學派的奠基者）所指出的。不過他們兩人對此現象是以不同的方法來解釋的。如果依照戴維斯的解釋，則大抵為：級梯不過是被斷層所分割的隆起到不同高度的準平原地面整體的一部分。按照戴維斯這種觀點，則全區的化學元素都按照完整的水平切割面那樣變換。如以第Ⅱ個切割面為例（相當於高加索地方），則自周圍低地至中央高地可以先後遇到砷、汞、銻、鉛、鋅、銅與金。

然而，在贊服瓦·彭克學派及其山前梯地學說的地貌學者看來，則會有另外一種推斷，依照瓦·彭克的說法，山前梯地的階梯不是同時發生的，而是，按照山地上升與發展的規模依先後次序形成的。較先生成的階梯位於靠近凸起的頂部的中心，在這裡剝蝕作用自然是比較長些，而被侵蝕的地層也要比頂部周圍地帶厚一些。于是在山前梯地中央階梯的切面上，就會發現較邊緣地方更深的富集体，並且現代的（階梯狀凸起的）頂部表面與圖上以凹線表示的切割面相符合。因此，在現代的地形面上礦體的分布規律將不同于第一種情況（見圖55）。

依照戴維斯的說法，則按着遠離隆起的頂部的程度，我們可以推斷有以下元素存在（第一線）：Au, Cu, Zn, Pb, Sb, Hg, As。

而依照瓦·彭克的理論，則是另一種變換形式：Sn, W, Au, Cu, Zn, Pb, Sb, Hg，它們的分布將象一條凹曲線。

所以，地貌學者在普通地貌學方面的不同理論會以不同的方向來指導地質普查者。

我所說的只限于地貌學者的一般理論見解及其與一般的地球化學觀點的關係。

在這種關係中，我必須着重地指出，花崗岩基的侵蝕階段與其富集体間的相互關係是基體的地貌過程的局部表現，而後者的分析乃是本書的主要任務。這個過程就是在地球表面地形形成過程中的內力作用與外力作用的相互作用。

研究沉積与殘積礦床时，基本的地貌学觀念有很重要的意义。从地貌学者的觀点看來，沉積礦床的形成是与相关沉積的形成作用及机械的与化学的分異作用有关系的，后者制約着相关沉積。

如果我們回想一下上二疊紀的烏拉尔的相关沉積，并且查看一下圖45(在本書圖45中，描繪了韃靼共和國境內烏拉尔上二疊紀三角洲的相的变化情形)，就可以充分明了上面所述之点。依照距离烏拉尔的远近，岩相变化的順序如下：(1)粗的及中型碎屑的沉積岩層，(2)含銅的岩層(砂質的)，(3)瀝青質的岩層，(4)石灰岩—白云岩岩層及(5)白云岩—石膏岩層。下述的有用礦物分布与上述各种相有关：褐炭(第一种相)、銅礦(第二种相)、瀝青(第三种相)、石膏(第三、四种相)。

大家知道，研究冲積礦中的重砂是在地質普查与地質勘探工作中地貌学最正确的应用之一。根据弗遼罗夫与烏索夫的報導，目前正在進行着不同的十一組重砂的研究(依照畢律宾——共有九种重砂)。这些重砂組就是：白金的，含鈮的，銳的，含鉬的，含錫的，含鈦的，稀有元素的化合物，磷灰石的，含水銀的，含碳的(金剛石)及含金的。畢律宾在其名著“砂礦地質学基礎”一書中指出，要想研究砂礦必須分析这些地貌問題，譬如風化过程、剝蝕过程、河流淤積物的搬运过程、侵蝕循环(河流縱剖面，当侵蝕基准降低时河流縱剖面的变化等)以及与准平原的形成有关的問題。而以上所列举的問題可以說是地貌学的基本問題。畢律宾所著的書可以說是“砂礦的应用地貌学”，这并不是过甚其辞。畢律宾在其所著書的結尾中指出：地貌学上的問題未能解决在目前限制了砂礦的正确的發現。他說：

“在很多場合下，我們完全无法着手研究砂礦床，我們不知道應該蒐集那些材料，怎样整理它們，去解决哪些問題，能得出哪些实际的結論”(第498頁)。一望而知，我們……沒有研究古河谷網的砂礦，但它們在外國有很大意義(克朗戴克，加利福尼亞)。我們沒有研究瀕海高階地的砂礦以及埋藏的砂礦。然而，“在西伯利亞广泛發育古代金礦床(勒拿、葉尼塞、庫茲涅茨、阿拉套)，在西伯利亞地質史中存在有長期的大陸風化階段，在大陸風化階段中有時同时形成了礫岩層(二疊紀-石炭紀、侏羅紀、第三紀)，这就使得在礫岩層中極有可能找到埋藏的砂金礦床。过去一直沒有从含金度这一方面來研究这些礫岩。

甚至于在砾岩含金顯著的时候（如在高加索、費尔干納、咸呂）也很少有人去研究它們，我們不知道如何入手，因為我們完全不曉得金在其中分布的特性”（第500頁）。

所以，研究这些砂礦組（古老的）的形成就不能脫离山地的地貌發展（剝蝕作用）來進行，它們極需要地貌学者去工作。

在研究風化礦床时，分析不同地区地面發展的一般規律也是很必要的。关于研究風化壳（“定形表面”）在斷定地形年齡这一方面的特殊的、并且是極大的意义，我在上面曾經談过。最有价值的鋁礦床（鋁土礦），鐵礦床、鎳礦床、鈷礦床、錳礦床以及煤礦床，都形成于地形的一定的侵蝕階段，这就是地形的准平原化階段。

在气候湿润及土壤易于冲刷的条件下，形成了的鐵礦（表生的）^①，鋁土礦以及錳礦的主要变种，虽然形成上述各种金屬礦的气候情况可能不同：鐵礦及錳礦多生于湿润的温帶及热带气候中，而鋁土礦則与热带与潮湿的亞热带气候有关。第二个規律（这是与我們有直接关系的）是上述各种礦床的成礦作用都發生在一定的地貌范圍中，这就是准平原化的地区。这个条件所以重要是由于以下兩点：（1）地形愈接近准平原化的阶段，其变化愈緩慢，在这里，瓦·彭克所說的“朝向的变化（обновление экспозиции）”过程几乎完全中止；在这些条件下，成土作用改变了在實質上相同的岩層，而形成風化的最終產物；（2）生成的風化產物因地表面的坡度小及地表水流与地下水流迂緩而堆積下來。这些地貌条件对所有上述風化壳中的礦床來說乃是共同的条件。鐵和錳自土壤溶液中析出較早，而鋁是在比較迟的阶段中形成的，用Л. В. 普斯托瓦洛夫 的很恰当的話來說，前者是初生子，而紅土（латерит）則是化学分異的子孙。

H. M. 斯特拉霍夫發展了并且論証了風化鐵礦与地形演化的关係。在他的意見中也提到了与紅土風化壳有关的鋁礦。他說：

“学者常認為殘積層是形成于新侵蝕循环开始之前漫長的大陸阶段的末期，也就是說，發生在那样的时刻，在这时刻里很可能存在着准平原或具有近于准平

^①“表生（гипергенные）的形成物—風化壳中的礦物堆積”（費尔斯曼“地球化学”第2卷，第102頁）

原的条件。譬如烏拉尔、哈薩克斯坦以及其他鄰近地区的中生代初期風化壳、德意志的漸新統以前的殘積礦、阿巴拉契亞山的上白堊紀与老第三紀的殘積礦等的年齡都相當于这种时期。所以，我們可以大致得出一个結論，就是所有的殘積礦都生成于过去的逐漸准平原化了的地形条件下，或者是在最后具有准平原地表面或具有近于准平原地表面的地区。实际說來，这是很容易了解的。形成厚層風化壳及其礦床，必須在殘積過程的產物能够停留在原地而不立刻被冲刷的情况下才有可能。只是在这个时候，風化物才能由最初的鹼性階段進入酸性階段，而倍半氧化物就獲得一定的移動性，并能够在風化壳中重新分配，而形成地方性的集中現象，这种集中体有时具有工業上的价值。因为只有在剝蝕作用逐漸停滯、逐漸准平原化的地形条件下，才能具有这种使地球化学过程緩慢進行的穩定情况。所以殘積鐵礦都鄰近准平原地区”（第10頁）。

風化礦床的分布与准平原地形之間的这种关系，可以引証很多实例來說明。

A. П. 楊申指出在烏拉尔、高加索与东西伯利亞一帶風化礦的分布規律。在这个广大的地区中有40多个著名的鋁土礦礦床，它們位于古代構造低地或侵蝕低地中，礦床分布在低地的邊緣或在低地的外圍。低地中部，也就是最低的地方充填着中生代的沉積物，其中也有含煤岩系。A. B. 哈巴科夫描述過該地的准平原化的特征。关于他的著作我曾在上面提到过。A. Д. 阿爾漢格爾斯基、B. М. 費道罗夫、Н. И. 阿爾漢格爾斯基等也曾提到这个規律。Н. И. 阿爾漢格爾斯基并且补充地說：所有的鋁土礦礦床都填滿了盆地；如果盆地的面積較大的話，那么鋁土礦礦床只位于它的邊緣。有名的烏拉尔阿拉帕耶夫礦床的生成条件也是如此的。“所有其他的礦床（其中包括最大的礦床），均位于古老的上升地段的緩坡上。根据这点，我們这些野外工作者就把相当于古代低地的緩坡地区画为礦区”（第589頁）①（圖56）。

B. П. 克羅托夫指出，在烏拉尔風化壳礦床与地貌条件之間有着同样的相互关系。他所描繪的烏拉尔地面發展情況比A. B. 哈巴科夫等說的更復雜。所以对于兩种過程——地形的發展与風化壳的形成——之間的关系，理解得也比較复雜，不过基本概念是相同的。他曾

①見“鐵錳鋁礦石成因問題討論會彙報”，1937年。

在他所著的書中寫道（1945年，26頁）：

“可以確定，風化礦床是發生於因連續的大陸風化作用而形成的風化面上的”。

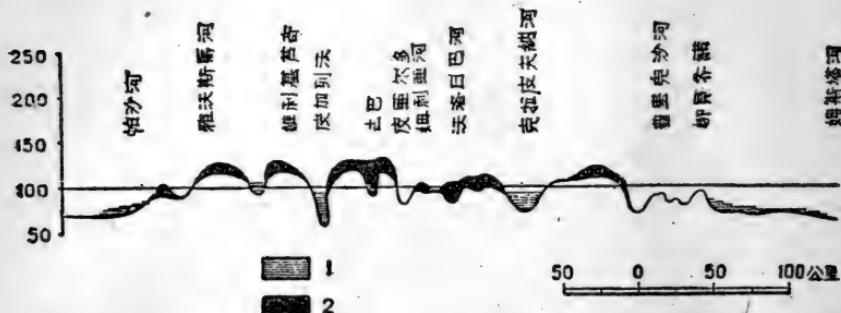


圖 56. 決定于自泥盆紀繼承來的地貌條件而形成的，列寧格勒地區的耐火粘土（1）與鋁土礦（2）的產狀（據沃尔科夫）

Б. П. 克罗托夫在一篇專著中分析了阿拉帕耶夫鐵礦床的成因，并談到烏拉尔的大陸剝蝕階段的時間長短問題。山脉逐漸变为緩丘陵地，后者僅僅高于西西伯利亞低地。河流把烏拉尔山的細碎冲積物搬运到西西伯利亞低地。風化作用不間断地進行着，而烏拉尔山地面的剝蝕作用与“朝向的变化”也趋于停滯。

“这样的風化作用必然会招致下述的結果，烏拉爾的東坡在這個時期內（自中生代起——馬爾科夫）為較厚的風化壳所復蓋，它的遺跡在鐵礦床地區內的某些地方直到現在還保存得很好。”（1936年，第二卷，見第338頁）。

最大的錳礦床乃是淺海的沿岸帶的沉積，較易移動的錳化合物被陸地水搬運到這裡，最大的錳礦床與淺水底部地形間的關係非常密切。錳生成於一定的深度：在奇阿圖拉靠岸的海深底，傾斜比較平緩，沿着海底傾斜的方向而延展著約長10—12公里的錳礦床，而在傾斜較陡的波盧諾奇諾耶礦床（北部烏拉爾）——其長只有半公里。

“很顯然，當沉積着凝聚的錳膠體之時，波盧諾奇諾耶礦區的盆地底部下沉得比奇阿圖拉礦區厲害”（A. Г. 別傑赫金1946年，31頁）。“了解沉積物生成時的古地理情況是非常重要的，即使具有比較近似的當時的古地理概念也是好的，因為

我們必須了解，在質量上比較好的錳礦是位于盆地的岸線一帶的，而勘查工作也是依据这个綫索而進行的”（同書，第32頁）（圖57）。

然而錳礦床与地形的关系不只表現于：錳沉積在淺海的陸緣。它們中間的更密切的关系在于：在陸地的准平原化地面進行風化作用的条件下而生成的錳化合物向淺海中搬运：

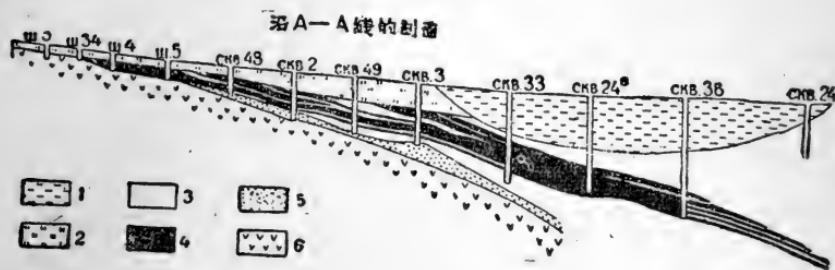


圖 57. 决定于地貌条件的烏拉爾波盧諾奇諾耶錳礦床的分布情形
(据別傑赫金)

1—淤積層；2—浮土；3—蛋白土質的粘土；4—錳礦石；5—石英—海綠砂岩；
6—輝岩玢岩的凝灰岩

“因为大部分的沉積物都是具有大量化学沉淀物質的粉砂堆積物，所以我們可以想像，在复蓋着茂盛的植物的准平原化了的陸地上，必將進行着強而有力的化学的与生物化学的无机物質分解作用”（A. Г. 別傑赫金，1944，第9頁）。

錳礦層的生成条件与陸緣表面起伏之間的关系非常密切。在尼科波尔錳礦床中可以明顯地看到，錳礦層在低地的厚度达3—4公尺，及至較高的地方就逐漸尖滅（圖58）。在烏拉尔地方也具有与此相同的沉積錳礦產狀对于地形的嚴格的依存关系。在烏拉尔的东坡，这些礦床沿着老第三紀海（林加爾建）的一定的等深綫伸展 185 公里。

我認為这些問題是理論地貌学所應該最先研究的問題。

这些問題是恢复國民經濟計劃中的主要問題，同时也是理論地貌学的基本問題。关于地形發展階段的分析与形成地形的内外力相互作用的研究，我們已經在上面論述过了，不过只是从一般的理論立場而論述的。上面所述各点說明了这种分析在研究我國工業資源基礎时是有益处的，是必要的。有用礦物的成分，它們在地表面的分布特性，

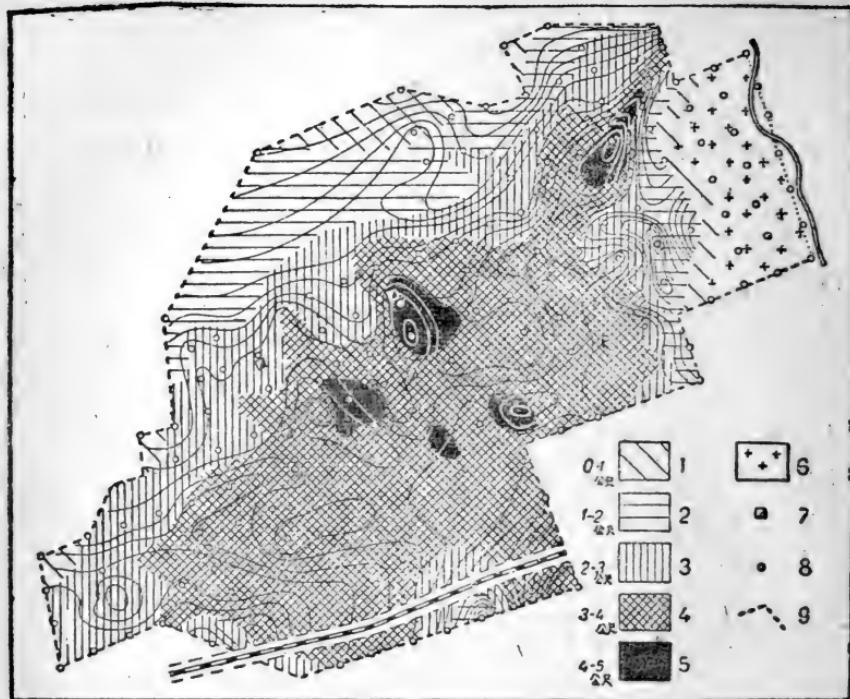


圖 58. 决定于地貌条件的尼科波尔锰礦床的分布情况
(据別傑赫金)

1—5含锰層的厚度; 6—結晶岩石; 7—礦井; 8—鑽井; 9—含礦層已勘探部分的边界

又可以反过来在研究以上各种理論問題时，給我們以新理論的根据。

地貌学与研究动力基地的关系 我們的动力(及燃材)基地有：煤、石油、天然气及河流的水力。它們的內容是各不相同的，因而，在研究它們的时候自然要应用完全不同的地貌学方法。总之，在研究我國工業的动力基地时，地貌学方法是很重要的，而且是必要的。

如我們所見到的，煤礦是与一定的地形有关系的，——这就是准平原化的地形。准平原化的地形易于形成沼澤，易使富含有机溶液的潛水停滯，易于生成富含有机質的瀉湖。

所以，无怪乎煤田及鋁土礦的礦床是互相关联的，关于这点，我已經在前面順便讀到了。

Б. Л. 李契科夫曾經提到煤田形成与河流活动的关系，例如頓涅

茨煤田。

在烏拉尔，煤田位于低地地形中，这些低地主要是由海西造山期的向斜形成的（哥爾茨基）。巴沙羅維奇、布寧与圖日科夫曾以下面的詞句來描繪形成烏拉尔煤田之一的地貌条件（斯維爾德洛夫斯克地区的布拉帕什煤田）。

含礦的沉積層形成一个帶，这个帶位于寬广而平坦的盆地的北面最低部分。現代地形的标高为125—130公尺，而盆地周圍上升到190公尺的高度，所以說是平坦的地形。現在盆地中还有大沼澤与緩慢流动的河水，好象在重演古代煤炭堆積的情况。窪地为成分不同的（自礫岩至煤）中生代大陸沉積層所填充，分为含礦的与不含礦的兩种复合体。这些沉積層具有不同的相：山麓碎石、冲積錐、淤積層。湖積及沼積（煤）、所有这些沉積層都是烏拉尔中生代地形的相关沉積。它們記載着中生代窪地与河谷的位置，这些位置大抵与今日的位置相一致。如果不研究烏拉尔古老的中生代窪地的沉積層复合体，要想研究烏拉尔的地形發展是不可能的。

在列宁格勒地区俄罗斯平原古老的准平原地形中，煤与鋁土礦的產狀关系異常顯著。齐赫文地区的紅土（鋁土礦位于被侵蝕的上泥盆紀地面上及下石炭紀的底層（見圖56）。

“依照地形的高低分为兩种相：湖沼的及地面-大陸的。前者發育在上泥盆紀地形的最深的陷落地中。它是夾薄煤的粘土和帶鐵結核的粘土……。所有勘查紅土的人在这里是得不到結果的。地面-大陸相……主要發育在上泥盆紀地形中的較高部分，其高度通常为90公尺以上，这种相几乎全为紅土所構成……（沃尔科夫，第567頁）。

这样說來，煤是堆積在上泥盆紀地形的非常平坦的低地中，鋁土礦是生成于上泥盆紀地形的非常平坦的較高地段，这种起伏的形狀到现在还保存着。根据煤的相的分布情况与鋁土礦的相的分布情况我們可以說，現代地形，——繼承着上泥盆紀的地形——可以解决一般的与重要的理論問題。而从另一方面來說，解决这些問題也是地質勘探工作者所注意的。

石油礦床的分布对地形的（大范围的或小范围的）依存关系，這是我們都曉得的。

根据 И. М. 古勃金的意見，地形的大的——一般的——特点决定

着“石油礦床的分布規律”。古勃金是這樣說的：

“如果我們在地圖上記上所有的石油礦床，并且研究一下它們與地表的基本地勢單元存在怎樣的關係，我們就可以確信，它們是與地勢必然有著這樣或那樣的關係。首先我們可以看到，在山系的中部是沒有石油礦床與石油的地帶特征的……其次我們可以看到，石油礦床多分布於山脈的邊緣地區並且在其低處，在具有次生的異常弱化的褶皺地區，此外，有很多的礦床位於山區中間的地槽帶。

(第208頁)

石油（與天然氣）分布的“小規律”在於它與穹窿狀構造的關係。這種形態分佈極廣（占美國石油礦床的65%），並且它們反映在地形上。石油與天然氣因為質量較輕，集中在穹窿的上部，在它的下面是水。在這種穹窿的組成中如果含有鹽類，則其在地形上的表現更為明顯，因為鹽是易於移動的，並且向地表方向挤压（鹽丘）。在恩巴石油區散布著很多這樣的穹窿。依照И. О. 布羅茲的說法，西部烏拉爾附近地區的石灰岩構造是“特殊的收集槽，在石灰岩穹窿上部的水面上聚集著石油與天然氣”（第71頁）。

C.C. 庫茲涅佐夫及 T. B. 茲望科娃曾在理論上指出地形與石油、天然氣分布的細微而重要的關係（圖59）。

水力學——這是附屬於地貌學理論中的一個特殊部門。因此，在文藝復興時期才開始產生了河流均衡剖面的學說。關於這點我已經在本書的緒論部分中談到。大力興建水電站，開鑿運河、改善河道的時期要求大力研究河流地貌作用的理論，而關於河流水文學的經典著作也是由於研究水利工程時的理論基礎的需要發展起來的。

蘇聯關於河流的科學也經歷過這樣的時期。大規模的水電站的建設需要把理論綜合起來。最詳盡的研究現代的地形與河谷歷史都與水利工程機關的任務有關係。對河流地貌過程進行的更深的理論分析（如薩瓦林斯基、尼古拉耶夫、哥列茨基等）也是基於這樣一個原因。

○. П. 薩瓦林斯基在他所著的簡明的論文中，曾以伏爾加河為例，說明地貌學理論與水利工程間的關係，他說：

“在伏爾加河上建設許多攔水工程和互相連貫的水庫，這就破壞了河流的天然狀況，並且使它發生根本的變化。河流的傾斜與其活力集中於一定的水力樞紐中。河流對兩岸的沖刷與河底的自然作用，以及沉積搬运物的自然作用，也就是說，形成地貌的強大地質因素因堤壩的建設而中止。因為地表面的定型與做為地區侵

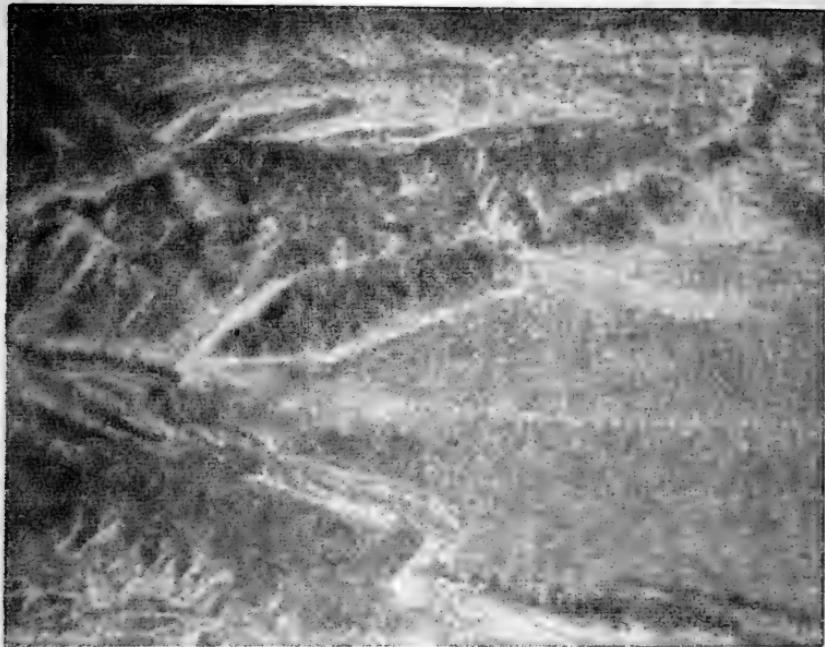


圖 59. 費爾干納石油構造的地貌特点。顯露的石油構造
(据 T. B. 茲望科娃) 航空攝影

蝕基准的河流的关系不僅表現在狹窄的沿岸地帶，并且更深地影响到整个流域。所以可以理解，在这种情况下，工程对于自然力的干涉必能影响到地質作用的方向，尤其是陸地地表形成的方向”(第40頁)。

古比雪夫的堤坝的跌水达30公尺高。在平原的条件下，象这样的地方侵蝕基准的上升高度实在是具有地質規模的了。

很顯然，大伏尔加河的問題，即使其中水力工程的部分問題，都需要很清楚地了解河流地貌过程的基本規律，其中如河流侵蝕基准的变化对于其侵蝕作用的影响，貝尔定律在河流右岸冲刷作用中的影响（不言而喻，这种影响在水庫地区是会中止的）等等。

上面（第三篇）我曾提到 Г. И. 哥列茨基的著作对于侵蝕作用理論的意义。在这篇論述楚索瓦雅河的論文中，他分析了这些問題。譬如：河流侵蝕过程中主要基准与地方基准的作用，年青構造运动对于侵蝕作用的影响，地方的及周期的階地等等。所有这些問題都是为了解决水力工程的任务而被Г. И. 哥列茨基“提出來”的。

1945年，Г. И. 哥列茨基在其博士学位論文中解决了濱卡馬河区中部的下列地貌問題（圖60）：

- (1) 重建了古老的剝蝕—大地構造凹地，在这个凹地中曾發育过新第三紀及第四紀的普拉卡馬河床。
- (2) 詳尽地从礦物学与河漫灘相。
- (3) 研究了在剝蝕—大地構造凹地中，堆積層的生成条件。
- (4) 重構了这个盆地中湖沼及河流歷史。
- (5) 研究了升降运动在現代地形中的作用，这些运动的年齡，它們的局部化与幅度，“萌芽期的褶皺作用”的形态，鹽構造的影响等。
- (6) 研究了古代（再度加深了的）河床与河流階地的形态把它作为重構河道系統的方法。

这些研究是根据广泛的材料分析而精确地加以論証，并根据地勢資料加以整理的。

它們迫使我們同时提出很多的理論地貌學的問題，从作者面臨的实际任务說來，这些問題是必須解决的。

由此說來，闡明地貌學的基本問題乃是研究我國水力資源的必要方法之一，它在推動这个主要國民經濟任务中起着極大的作用。

地貌學与農業進一步合理化的关系 由于所謂土壤侵蝕作用的綜合過程破坏了土被，并且使土壤貧瘠化，俄罗斯的農業受到了很大的損害。美國的農業也有与此相同的情形。据估計，每年美國土壤中所損失的有用物質其数量为美國每年所施肥料總額的60倍。

在革命以前的关于冲溝的俄文文献中載有很多关于土壤因侵蝕作用而貧瘠的例子，尤其是因冲溝增長而貧瘠的例子。

以農業集体化為基礎的苏联農業全面改造，引起了農業方面的根改变。進入了土壤—地貌科学向陸地侵蝕現象作斗争的时代。

土壤侵蝕活動起了很大的破坏作用，防止土壤侵蝕方面的專家常把它分为兩個階段：耕作以前的“正常”侵蝕阶段及現代的土壤侵蝕加速阶段。將森林土壤与植被已破坏的土壤的侵蝕速度比較之后，我們可以明顯地看出來，在后述情況下，侵蝕速度增大到 200—500 倍（潘科夫）。每年冲溝約擴充冲溝地总面积的（共达90,000公頃）2%。面

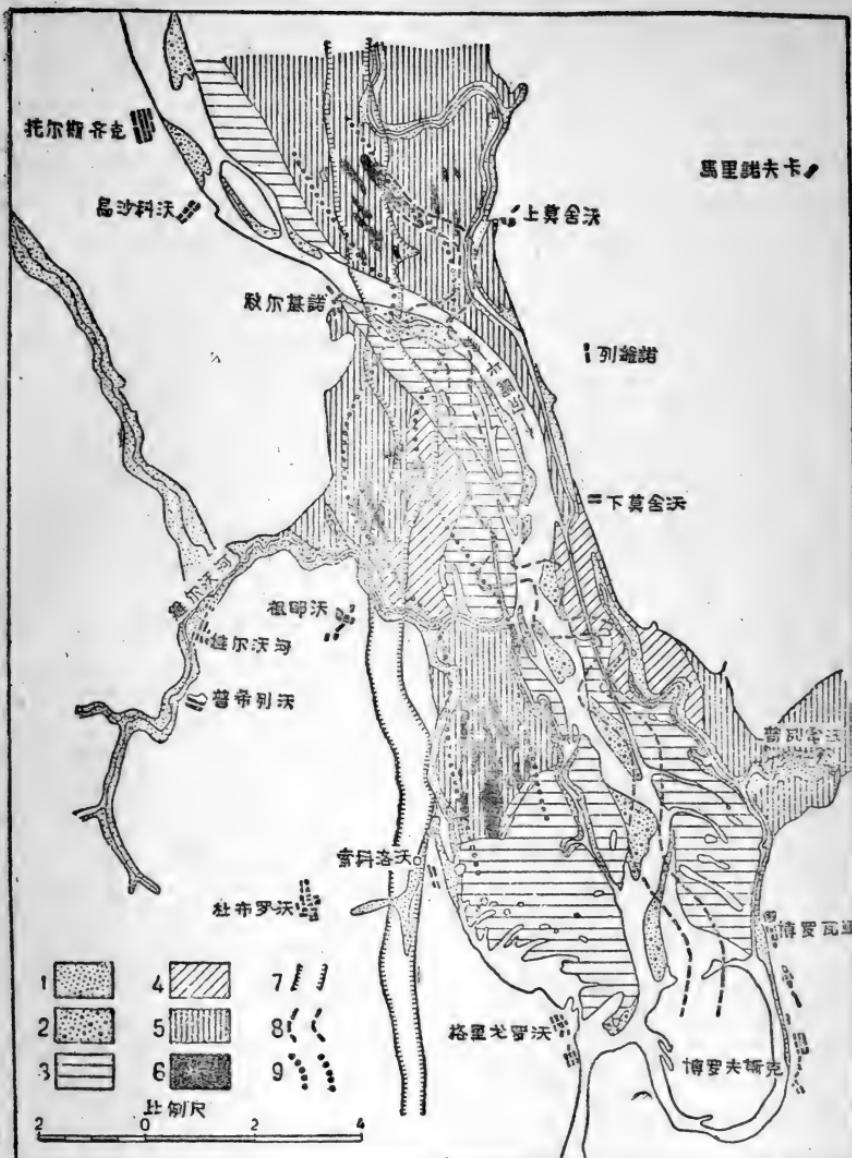


圖 60. 有关卡馬河水力建設的重要地貌条件 (据哥列茨基)

1—卡馬河支流的淤積階地；2—相對高度達4公尺的近河床淤積階地、淺灘、岸灘；
3—高度在5.5—6.5公尺之間低河漫灘淤積；4—中河漫灘淤積；5—高度在7.5—8.5公尺的
高河漫灘淤積；6—高度在9—14公尺的（很少的達于19公尺）高河漫灘上的峯頂；7—新第
三紀時的普拉卡馬河床輪廓；8—老第四紀的普拉卡馬河床輪廓；9—全新統初期的普拉卡
馬河床一向所處位置的輪廓

狀侵蝕（或者不如說——剝蝕面）的作用更大。僅在每年融雪期內被冲刷的土壤就有260,000,000噸之多。由於土壤侵蝕的結果，每年損失了大量寶貴的礦物質，在我國，每年要損失掉5,000,000噸以上的鉀，250,000噸以上的磷（P.O.），750,000噸的氮，也就是說，這些物質的數量要比投入土壤中的肥料還多（C.C.索鮑列夫，1940年）。

1950年我國制訂了恢復并發展國民經濟的五年計劃法案，在這個法案中規定：要在土壤中投入5,100,000噸的礦質肥料。我們可以看到，這個數字是比損失掉的礦物質總量要少的。

近幾年來我們的土壤—地貌科學就針對這樣一種規模的破壞作用進行鬥爭。

我們所應該采用的鬥爭措施，需要廣泛地利用地貌學的理論。

首先要繪制土壤侵蝕現象圖，這主要是從三方面入手：（1）溝谷網的密度，（2）溝谷網的深度，及（3）谷坡的傾角（C.C.索鮑列夫）。還在1912年的時候，科學地擬定有關防止土壤侵蝕措施的創始人——A.C.科茲繩科，作了一次繪制地貌圖的首次嘗試。從理論內容來說，A.C.科茲繩科所繪的圖要比當時國外的地貌圖更有價值。但可惜的是，那些對繪制地貌圖的方法感到興趣的人完全不知道科茲繩科的地貌圖。

某種土壤侵蝕因素的作用必須依據土壤侵蝕現象圖來研究。在侵蝕作用的速度方面，象坡面的緩急及其形態等問題是非常重要的。如所周知，坡面的形態乃是確定各地地貌發展一般趨勢的標誌（瓦·彭克）。研究土壤—侵蝕現象的C.C.索鮑列夫也在研究這些問題。

其次，蘇聯歐洲部分侵蝕割切深度所以不同的原因也是很重大的問題。較深的河谷與拗溝地段時常有大的階地，而階地的存在“折斷”了面狀沖刷，減緩了土壤的侵蝕作用。所以，研究哪些因素引起深河谷與深拗溝的產生，哪些因素引起淺河谷與淺拗溝的產生，決不是不重要的。C.C.索鮑列夫認為，侵蝕割切的深度就是造陸隆起幅度的直接反映，他說：“侵蝕深度圖同時也是一幅表示在水系形成後大陸位移總量的等高圖”（1936年102頁）。

依照索鮑列夫的意見，頓巴斯在現代水系生成後約升高175公尺。

而中部的德聶伯附近地区——約升高 200 公尺。

此外还須要注意一点，就是要更好地了解土壤侵蝕作用，必須經常地在大自然及實驗室中研究。B. B. 古薩克就是在多次的實驗室研究之后，發表了关于河流縱剖面形成的見解的。

河流水文学者对于土壤-地貌研究工作的开展也感到兴趣。关于我國河流的固体逕流，虽然還沒有很精确地研究清楚。但是毫无疑问，在很大程度上这与土壤侵蝕作用的“加速”有关。土壤侵蝕的加速必然引起通航河道的阻塞与航行的困难。土壤侵蝕对于水庫的淤積尤其有很大的影响(B. B. 波略科夫)。大家知道，在上一个五年計劃中修建的水庫，淤積得非常快。譬如，頓巴斯地方的什帖尔罗夫水庫在五年內差不多淤塞了85%的容積，而达格斯坦的阿克苏水庫在三年以內几乎完全淤塞了。

所以，水文学者就注意到土壤-地貌學問題的解决，而地貌学者与水文学者的互相配合乃是成功地研究整个水流侵蝕作用的必要的先决条件，关于这点我在上面曾一再的提到过。总之，土壤侵蝕的研究迫使我們必須充分地研究面狀侵蝕过程或是水剝蝕过程。戴維斯对于后者有些忽視，他过分地注意綫狀侵蝕。至于瓦·彭克，他在評价剝蝕在外力过程总平衡中的巨大作用的問題上是有功績的。但是他的結論充滿了虛構意測的性質。而土壤侵蝕的研究工作是以广泛的材料，尤其是經常的及實驗的材料为依据的。現在我們已經有事实的根据可以广泛地綜合面侵蝕的規律及其总的效果。而古典的地貌学者是沒有这些材料的。所以我們現在可以用数量來表示大陸的剝蝕速度，这比彭克的方法要更加精确。在苏联文献中可以看到这些嘗試的作品(B. B. 波略科夫、A. B. 沃林)。他們所提出的一般的剝蝕速度要較地貌學典籍中所提出來的数字小，并且新的数字比以前的数字更精确(見第四篇第三章)。

这样广泛的普通地貌学及应用地貌学的問題是由现实生活所提出來的，也是研究土壤侵蝕作用及保持我國土壤肥沃度的要求浪潮所提出來的。

地貌學与苏联制圖工作方面的关系 这个問題在我所提的四个問

題中是唯一沒有記載在恢复并发展苏联国民经济的五年计划中的問題。但是，由于制圖工作在苏联是一項非常重大的國民經濟任务，所以我們在这里不能提到它。因为要想順利地完成這項任务，不藉助于地貌学的知识是不可能的。

所以，这里也力求論述一些地貌理論与制圖学的实际及理論之間的密切而不可分割的关系。在这一方面，理論地貌学的任务在于繪制苏联地区的地形成因分区圖，它可以作为苏联自然地理圖的基础，首先是大范围地区的小比例尺地圖的基础。如果估計到苏联制圖工作的規模，就可以知道这个任务是非常迫切的。截至1939年的时候，制圖工作的总量較革命前增加到12倍。在第一次世界大战之前俄國所出版的地理圖不滿 50,000,000幅，而在 1939年按計劃出版了 636,000,000幅。在偉大衛國戰爭的时期，地圖的出版数量異常增加。如所周知，在地圖上描繪地形乃是大、小比例尺圖的基本要素之一。为小比例尺的一覽圖建立理論地貌学的基础是很重要的。如大家所知道的，我們已經完成了世界上規模最大的制圖工作，这就是 180 張百万分之一的苏联國家地圖。這項工作獲得了全苏地理学会的最高獎励。另外，我們还完成了，并且正在完成着其他一些制圖工作，其中值得特別提出的就是一百五十万分之一的苏联欧洲部分分層設色圖。

在从事于这样巨大的繪圖工作中，首先發生的問題就是簡化的問題。H. H. 巴朗斯基說得好：

“1. 由于研究的客体的規模庞大，地理学随时（无论在制圖时或文字說明时）都不得不遇到縮小范围，縮小比例尺，选择基本的主要特征，進行概括——簡化等等問題，簡化总是站在制圖学及地理学的搖籃旁边。

2. 比例尺愈小，描述得愈簡單，則簡化的問題与精选的問題也更加重要（第 5 頁）。

过去曾有学者企圖建立地形簡化的理論基礎，关于这点，IO. B. 費利波夫曾正确地指出。然而这些嘗試都只限于一些局部的問題，并且是从錯誤的先决条件之下出發的，他們認為地形簡化的任务只是找出一个統一的数量方法用來研究成因不同的地形类型。关于这种方法的誤

謬，我完全同意IO. B. 費利波夫的說法：

“在我看來，制圖學教程中所以沒有簡化理論的原因在於；制圖者力求以經驗來找出萬能的表現地表面外形的方法，也就是說，它們企圖機械地以同一的方案來對待不同質的各自特有其發生與發展原因的（或者不止一個原因）地勢形態。當然，如果不談改進描繪地形技術所需的基本方法，是不会有好的效果。這些經驗主義者的思想根源在於確信可以單憑幾何學的方法來表現地形”❶。

“所以，唯一正確地解決任務的方法就是切切實實的熟習地貌學，地貌學的理論與制圖描繪法特性的研究結合起來就可以發現簡化的規律，而根據這些規律就可以得出簡化的準則”（第5頁）。

如所周知，有很多地理學者是朝着這個方向去做了。他們想把地理學與地貌學兩者和制圖學放在一起，並且想利用地理學的成就來順利地發展繪制蘇聯領域的制圖工作。在這方面 A. A. 鮑爾佐夫所做的工作要比別人多些。他的工作成績表現在培養出精通地理學理論，尤其是地貌學理論的制圖幹部。這樣方式培養出來的地理-制圖學者完成了如此巨大而卓越的制圖工作——如一百五十萬分之一的蘇聯歐洲部分的分層設色圖，（T. H. 貢賓）。自然，所有這些是卓越的，而且是原則性的成功。然而，IO. B. 費利波夫曾於1946年完全正確地宣稱：目前在我國還沒有地形簡化的理論，並且，只有應用地貌學的成就才有可能得出這個理論。

實際說來，我們現在的情況好象回復到60多年以前（1889年），A. A. 契洛所繪制的60俄里比1英寸的著名俄國分層設色圖出版時的样子了。那時也是祖國制圖學獲得巨大成功的時候。當時也有學者指出，俄國的制圖理論還沒有相應的、成因方面的地貌學根據。在1903年俄羅斯地理學會的會議上，也曾有人發出這樣的責難。著名的地貌學者、分層設色圖的專家與愛好者 C. H. 尼基京曾經發言評論契洛所繪的地圖。他所說的話我已經在本書緒論部分介紹過了。契洛所繪的圖並沒有考慮到：俄羅斯平原的地形是具有由其形成方式與形成歷史所決定的有規律的外貌。而且，各個地域在地形成因上的差異都表現

❶着重點是我加的——馬爾科夫。

在地表形态上，然而它们却很不完善地、甚至于歪曲地被契洛用地形分层设色法表达出来。结果，客观而精确（在可能范围内）的、表示地形的方法所得出的却是被歪曲的地形图。在这个图上“漏掉”了俄罗斯欧洲部分北部的冰川景观特征、南部的侵蚀景观特征，以及伏尔加河附近高地的特征等等。所有这几点都已为 С. Н. 尼基京所指出。值得注意的是，现代的地貌学并不是都能够有正确的方法来解决地形简化的理论问题的。譬如在 Г. Д. 李赫捷尔指导下所绘制的苏联欧洲部分地貌图就是这个样子。对于这个图的绘制法的意见我在1940年的时候就已经发表了。现在再就必要限度重复地在这里谈一谈。

用绘图指导者的话来说，“这幅图的主旨在于：指出成因不同的地形类型的分布及其形态的个别特征，予读者以明显概念”（Г.Д. 李赫捷尔，237页）。但是，他们用来划分地形成因类型的基本原则却是几何学的原则（Ю. В. 费利波夫）：地表面割切的深度与特征。从本质上说来，这个方法是和契洛的绘图法一样的，只是从水平的分割变成了割切的深度。所以凡是对契洛所提的原则性的批评，同样的可以再用来批评 Г. Д. 李赫捷尔。实际上这是很显然的，在图中所划分的地形类型（классы）并不是按照成因，而是按照形态。这些地形类型是这样的：I. 平坦而未割切或微割切的平原，II. 浅割切的平原，III. 深割切的平原与高地，IV. 低山，V. 中山，VI. 高山。

我们可以看到，虽然他们自己说要划分出地形的成因类型，但是并未划分出来。实际上，这种图是不可能成为别样的图的。因为用来划分地形类型的标志是割切深度，于是把同一成因的地形类型可能划为不相同的类型，而成因不同的地形类型又可能划为同一类型。譬如，我们可以在冰碛丘陵地形及冲沟地形中见到。相对高度一样的地形，也就是说，割切深度一样的地形。

不足为奇的是：在图中漏掉了苏联欧洲部分地貌的某些基本特点，而划出了一些次要的特点。譬如，和契洛的图一样，这个图上没有划出冰碛地形与侵蚀地形间的界线。

我曾经提出过另外一种地貌分区的原则，它应该做为地形简化的基础。Ю. В. 费利波夫就完全采用了这个原则。在我的指导下绘制

了五百万分之一的苏联地貌分区圖。在这个圖中划分了地貌省 (провинция)、地区 (область) 与区 (район)。并且，所有这些地域單位都是依照成因的原則而区划的。其中較小的單位与一定的地形类型相适合，較大的單位 (区) 則是由于在發展方面具有共同性而被統一起來的地形类型的联合体。譬如，高均夷面的联合体、高山地形的联合体、山前淤積平原的联合体，組合成中亞山区或南西伯利亞山区。地形的类型——这是純粹的成因的概念。它是在地形成因上具有一定的共同点的、因而在地表面的形态特征方面也具有共同点 的地域。如果我們采用这种地貌分区原則，就不致發生那些導致象契洛及李赫捷尔地貌圖上歪曲地表現地形的、原則性的錯誤。

自然，这样表現出來的地形还只是总的及質的表現地形。为了弥补第一个缺点，必須在比例尺的許可范围内，在地形类型的彩色底色之上以不同的符号区分出个别特殊的形态。为了在地形的質的特点之上补充 (只能如此!) 量的特点，必須在地形类型的彩色底色之上以特別的方法 (线条) 表示量的特点 (主要是深度、割切密度及斜坡的傾角等)。

所以，已經發表的一百五十万分之一的地貌分区圖只是我們所理想的 (可惜的是还未完成) 工作——地貌分区——的第一个阶段。剩下还有兩個阶段——补充地形的个别形态与量的特点，这两个阶段完成以后地貌分区圖就可以成为地貌圖了 (依照我的理解是这样說)。过去我們的制圖工作就是在这个方向下進行的，它的效果是好的，但是被战争所中断了，后来沒有恢复。

所以，我和 Ю. Б. 費利波夫一致認為：地形簡化的理論基礎的獲致办法已經被学者拟定出來了这就是：依照成因的原則定出苏联領土的地貌分区網。

然而我們不能忘記，为了解决这个地貌学的任务，必須研究地形的成因分类，而为了研究这种分类，又必須首先深入而正确地了解理論地貌学的一般原理。关于这点我在本書第三章中已經順便談到了。这样的分类必須考慮到地壳的升降运动与外力因素作用之間的相互关系以及因此而產生的不同的地貌結果。割切-大地構造地形、構造地形

以及堆積地形类型反映着上述因素的基本配合。自然，上述的地形类型在苏联領土上占有广大的面積。

以上各点意見不編制苏联地貌分区圖时大致都考慮到了，然而自該圖完成之日起到現在已經八年了；我的意見不能不有一些改变。在我看來，这套圖在目前是需要稍加修改的，不过这些修正并沒有重大的原則上的意义。

在本章結束之时，我还应特別指出一点，就是國民經濟發展的一些基本部門不僅关心地貌学的实际应用，而且也注意到精深的理論地貌学的概括研究工作。而地貌学在苏联的特殊地位也在于此。因此，以“地貌学基本問題”为名的本書，不能不提到这个問題。

第六篇 結 束 語

只有現在我們對地貌學已作了一定的研究後，才能對國外的地貌學理論作一番总的評價。

最後，我們能夠批判地探討地貌學上遺留下來的理論遺產和總結我們自己的概念。

理論地貌學的遺產可劃分為兩個地貌學觀念：戴維斯的地理（地貌）循環學說和彭克的山前梯地學說。至於其他著名的地貌學人物和許許多的普通地貌學的論著，我們就不必再受它們的迷惑了。除掉著者方才談及的兩人的著作外，其他著作中，沒有一篇論著，能將地貌學的觀點作一番新穎的、全面而有系統的縷述。在這方面，外國地貌學者的論著可以劃分為四個集團。美國的地貌學者遵循着戴維斯的道路。即使有不同的看法，也只是折衷的。他們只是在戴維斯的地貌循環學說內，“摻上”一些與地貌學無直接關係的材料而已。也有些非美國人走着美國人的道路，例如，新西蘭人科頓（H. Cotton）。

彭克擁有許多信徒，但是能真正發展他的觀念的理論著作，却沒有。這些著作將來是否會出現，頗堪懷疑，因為自這個學派的首腦逝世以來，匆匆已有二十五年了。

第三個集團的論著具有批評的性質。這些論著大都於二十世紀二十年代發表。這就是指德人帕薩爾格（S. Passarge）和赫特納的著作。他們肆意攻擊戴維斯學說。這些著作在地貌學上未能成為一個派別。他們抱定了一個消極的任務。帕薩爾格曾力圖創造些建設性的理論，但却暴露了他是多么地缺乏思想性。

最後，第四種“派別”，可說是折衷派，屬於這一派的，有各色人物，尤以馬東最為顯著。毛爾（O. Maull）則遠較遜色，他的著作（1938年發表）華而不實，几乎沒有理論上的價值。阿·彭克是一位卓越的地貌學家，他給後人留下了一分豐富的科學遺產，但也沒有創立

一个公認的地貌學理論。

能在地貌學這門科學的理論里留下深刻踪跡者只有兩人，即戴維斯和瓦·彭克。

可是，這些“純然的”地貌學家的成就，是依靠無數其他地質學家與地貌學家的巨大勞績的，他們的名字在前面已經屢次提到過。這裡只要提一下休斯，也就足以說明這一點。

戴維斯的學說 戴維斯的學說在蘇聯地貌學里留下了最深刻的印象。它的原理，廣為人知。促成這一點的，首先是他的學說有接近客觀事物真理的優點；其次是他的講授天才，深入淺出，容易了解；最後，還有他不嫌其繁，把學說的基本原理，一而再再而三地加以闡明。他的學說形成於十九世紀末二十世紀初，以後几乎一直沒有變動過。

戴維斯學說有幾個很大的優點，我要首先談談他的優點。

戴維斯學說的主要優點，在於他的研究方法。這種方法稱為演進法，也可稱為動態法。這種方法在於：戴維斯認為只有在發展的過程中，才能認識地球表面的形狀。對自然現象的分析抱這樣一種態度是具有原則性意義的，這一點對於蘇聯讀者來說，就沒有必要去証實它了。這種方法戴維斯稱為地表的解釋描述。即：每個研究者於積累實地考察所得材料後，即應設法解釋它們。換句話說，消除了准备工作（收集材料）和總結工作（綜合材料）這兩個階段間的極端不協調現象。這種不協調現象，過去和現在都常常在科學界中造成一種情況：就是只會機械地搜集大批實際材料，而不會運用它們綜合出一些理論來。戴維斯的研究方法遠較一般為先進，故受到許多先進學者的擁護。本來戴維斯也曾建議將這種方法推廣到其他地理現象的研究上去。近年來蘇聯某些地理學者又將它作為一個新的問題，重新提出。

戴維斯的研究方法具體地表現在他的地理循環學說上。他指出：只有在發展的過程中才能認識地形。

戴維斯學說是在达尔文進化論和萊依爾學說的影響下構成的。戴維斯是十九世紀下半葉最先進的學者之一。當時的具體情況也恰好需要採用戴維斯的那種方法，美國的地貌學就是在這種情況下發展起來

的。这种情况著者在本書的緒言中已曾談及。当时美國西部逐漸開發，亟需快速地、科学地調查西部的財富。因此，新的調查方法必然受到欢迎。地貌學的方法也就是这种新方法。并且在美國西部半荒漠地区运用时，獲得極大的效果，因为那里的地質構造很明顯地“透露”在地面上①。美國西部的開發，迫切渴望所搜集的材料能有迅速的綜合，这种要求推动了地貌学者去从事這項工作。这一切条件的匯合，促成了戴維斯的“地形的解釋描述”的產生。

因此，戴維斯在科学史上并不是一个偶然的人物。他的宇宙觀，无论是在十九世紀下半叶美國的經濟發展上，或是在同时期科学界的進步思想上都有着牢固的根源。

从前苏联人和欧美人都沒有用这种觀点來評價戴維斯，所以我認為有必要着重地提出來。

現在來研究一下地理循環學說的基本特征。

地理循環學說的优点，在于这學說对地形發育的比較多种多样的因素，都作了考慮。主要因素有三个：營力、階段（年齡）、構造。因此，地理循環學說有比較廣闊的基礎。这三个因素中，戴維斯認為營力是主要的，从下述事實可以証实这一点，即戴維斯划分各種地理循環时是以占优势的營力为依据的。

根据这一点，他区分出若干个地形發育循環：侵蝕循環、荒漠循環、冰川循環、海蝕循環。这里也反映出戴維斯分析地形發育的門徑是多么廣闊。

上述各点都是戴維斯地理學派的有科学价值的优点。无可置疑，促使有這項成就的，还有戴維斯的寫作与演講天才。值得指出，他还会描繪清晰的地形圖表。他的著作中全部的插圖，都是他親自繪成的。講課时，他把这些插圖画在黑板上。他和他的夥伴們一起創造了一种清晰的描繪地形的方法——塊狀圖法。这种方法是地形和地質構

①苏联也有类似的情况，当然就目的和規模來說，和当时有根本的区别，正因为如此，地貌調查方法不得不在苏联得到发展，并且也应该得到发展。何况现代的調查者还能采用更新的方法，例如，航空攝影，这种方法美国地貌學的創始人于十九世紀下半葉是不可能拥有的。

造的綜合，因而使人对于地形的成因有一个明晰的概念。这一切都非常符合于十九世紀末美國學派的要求。

戴維斯的研究方法能促使人們多加思索。赫特納提及戴維斯在某次科學討論會上熱烈爭論的情形，戴維斯說：到暗室去“思索，思索，再思索”，这对于地貌學者是有幫助的。戴維斯本人寫道：“我要給青年學生們一個舊的忠告：‘去而視’應改為‘視而思’（1924，31頁）。

对于履行这个忠告，戴維斯以身作責，作了人們的榜样。直到，暮年，他始終是一位孜孜不倦的旅行家和野外工作者，而不是一个學究。

因此，我們認為德國地貌學者于攻擊地理循環學說時所採取的態度，是非常惡劣的。戴維斯的反對者的論調是很腐朽和玄妙的，他們荒謬地把戴維斯的方法——“歸納”法（正確的）和“演繹”法（不正確的）——對立起來。不論何人，只要對科學創造並不太陌生的話，一看就知那樣的對立是荒謬之至的。收集材料和綜合材料是相互為用的过程，“演繹”和“歸納”是互有联系的。當然，對戴維斯來說，也不能例外。他旅行過，調查過，綜合過，“觀察并思索”過。

这就是必須提出的戴維斯學說的主要优点。還有許多枝節問題，前面已經談過，這裡就不談了。現在必須指出戴維斯學說的缺点。這些缺点主要在於：（1）和構造地質學脫離；（2）把地理循環的概念看作是封閉的循環過程；（3）把各種地理循環的概念看作是彼此隔離的过程。還必須強調指出（4）缺乏修正原有概念的企圖和（5）只顧到講授的方便，有一種將複雜的現象过分簡化的趨勢。

戴維斯學說的這些缺点，必須加以較詳細的敘述。地質構造是地理循環的主要環節之一。然而戴維斯在他的學說中，卻把地質構造看作是靜止的，看作是承受外力作用的物質。戴維斯對於大地構造的發展，缺乏分析能力。另一方面，他把地殼上升看作是孤立的，和大地構造好象是沒有联系的。因而，這樣的上升概念，不但是抽象的，并且是模糊的。加之，他既然把地質構造看作是靜止的，那麼在運用地殼上升來分析時，不免要陷入極端相反的境地。他把上升運動看作如

此的快，甚至把上升时的外力作用看作是不重要的，而不去把它考慮在內。因此，他的觀念中產生了这样的見解：地壳的振盪运动和剝蝕作用，在時間上是依次更替的，而不是同时進行和相互关連的。这种見解遭到了无数的駁斥。

当然人們很容易指責戴維斯脫离構造地質学。但是不要忘記，十九世紀末構造地質学的發展趋势很难使它和地貌学联系在一起。当然，我是指收縮學說而言，这个問題前面已詳加討論。現在只要指出这一点：当时，收縮學說只注重于地壳的水平运动，而事实上，地形是直接由地壳的垂直运动所造成的。必須指出，戴維斯曾反对休斯的这种觀念，并用各种地形証据，來論証在地球上可以發現大的垂直运动（地壳上升运动）的反映。

由此可見，戴維斯曾欲糾正收縮學說的缺点，但是憑他个人的力量，当然不能作出全面的糾正。我們沒有理由把当时國外的構造地質学的錯誤觀點，都归“罪”于戴維斯，然而地理循环學說脫离了構造地質学，畢竟为該學說的一个缺点。

第二个缺点在于戴維斯把地理循环看作是封閉的循环，隨着現象的更替，地面上就重新產生以前的景象。地形自幼年經壯年而進入老年，周而复始，重复以前的發展階段和以前的地形景象。戴維斯之所以会有这样的錯誤，是由于他不会正确处理地形發展問題。这一点我已在前面詳加闡明。总的觀念不正确，就使其对各具体領域的地形發展觀念，也不正确。在前面我已用烏拉尔和高加索等地的地形發育作为例子，証实了这一点。从这些例子中可以得出如下的結論：地形是朝一个方向發展的，它的面貌經受变化之后，并不重复以前的面貌。

戴維斯學說的第三个缺点在于他把各个循环（侵蝕循环、干燥循环、冰川循环和海蝕循环）看作是彼此隔离而不是互相关联的。从这一觀点中，可以看出他对地形發育缺乏联貫的思想。戴維斯所研究的問題，虽然淵博，但他不能找出其間的相互联系。因此，他对地形發展的最一般的趋向也模糊了，但地形实是一切循环活躍的舞台。

其次，必須指出，戴維斯學說很早就已停滯不發展，原封未动地繼續存在了几乎半个世紀。这个學說在十九世紀末獲得巨大勝利，这

是可以理解的。他对当时的地理学是有新的貢獻的。但戴維斯和他的信徒們一直舊調重彈，毫不加以本質上的修正。戴維斯學說中，有很多原理，實質上是正確的，但就这样地成了最一般化、最簡陋的條文，这些條文，由於經常不斷的使用，已成了死板的公式。

我已經指出過：甚至在最近的美國地貌學雜志“地貌學報”中，敘述河流均衡剖面的概念，還是那麼呆板和簡陋。這樣的例子可以舉出許多。這就是戴維斯學說一般原理的特徵。這個學說，已落後於現代科學水平好幾十年。現在它之所以尚被采用，是因為尚未出現一個能充分替代地理循環學說的地貌學觀念。

也有這種可能，戴維斯為了使他的學生聽眾易于吸收，故意將敘述簡化，簡化到膚淺呆板。若果真如此，則戴維斯的信徒們已在一定的程度上，成了他們的天才教授的犧牲品了。

瓦·彭克的學說 瓦·彭克是一位和戴維斯迥然不同的學者。可以這樣說，他們在地貌學中的作用儘管不同，但對他們的評價却是相等的。

瓦·彭克的著作的科學內容，顯然沒有戴維斯的丰富，但是他的名聲並不亞於戴維斯。人們醉心於彭克，無疑首先是由於他的觀點，有科學價值。加上他的獨特的閱歷，使人們更醉心於他了。

瓦·彭克作過許多工作，很早就逝世，過的是貧困日子，經常不住在他自己的祖國（德國）。他的科學活動是在伊斯坦堡、阿納托利亞區、夏威夷群島進行的。科學活動在安第斯山區進行得最多，在德國最少。在安第斯山工作時，他以地質學者和地形測量者的身份，登高達6,000公尺。彭克於三十五歲時就已逝世（1923年）。翌年，他的主要的但未完成的著作“形態分析”問世。這部著作予歐洲國家和蘇聯的地貌學者以莫大的影響。可以說，彭克自國外獲得了與眾不同的信仰。引証他的話，成為美好文章的標誌，成了文章作者學識淵博的証據。往往有人援引得不正確，即表面上引証他的話，實際上並未閱讀或領會他的話。這些人却以“形態分析”的文字艱澀難懂來為自己辯護。可是，這又是言過其實。瓦·彭克的文字尚未艱澀難懂到如此地步。瓦·彭克的傳記中寫道：他是地貌學上的哥白尼、而戴維斯只不

过是托勒密（阿·彭克說）。諾華克（Новак）把瓦·彭克評價為一個有天才的人。懷疑論者，則相反，強調文字的艱澀難懂而武斷彭克的著作中並無深奧特出的科學思想。

老翁戴維斯（在瓦·彭克逝世十年後才逝世）曾粉飾其詞地說：“有些極簡單的原則，固然未必是不言而喻的真理……而另一些原則，是多麼地艱澀難懂，其中有些原則是非常草率的，或甚至於是完全錯誤的，這兩者之間形成了鮮明的對照”（1932，第405頁）。後來，在最近一次的國際地質學大會中（第二次世界大戰前不久在阿姆斯特丹召開），特別劃出大部時間來討論艱澀難懂的瓦·彭克的科學遺產。

无关重要的撇开不提，現在來評價一下基本的和主要的，則我們就會找出瓦·彭克學說的最大的內在矛盾，從而不得不肯定這個學說有若干重大的缺點。

何謂“形態分析”？這不是一個偶然的名稱，而是含有一定觀念的標題。它的含義，就是用分析地面形態的方法來確定構造運動的性質。瓦·彭克喜歡把這個問題看作是地質學的問題，並使形態分析具有實用的意義（對地質學而言）。該書內有“物理地質學”一章，可是他的形態分析的範圍，遠較廣闊。質言之，形態分析的目的，就是通過地面形態的分析來研究構造作用，他認為這是地貌學的基本問題。換言之，瓦·彭克擔任了研究內外營力於地面各形態的形成過程中的相互作用的任務。

因而，我們應該把瓦·彭克看作是和戴維斯并駕齊驅的人物，全都是普通地貌學理論的創始者。

形態分析的目的，用下述很簡明的公式可以更明確地表示出來，這個公式表示三個因素之間的函數關係：這三個因素是：（1）外力作用，（2）內力作用，（3）內外力作用的產物或概括地稱為“形態本質”（морфологическая сущность）（第3頁）。

還可以簡述如下：瓦·彭克是以研究實地考察所能直接達到的（1）地面形狀和（2）外力作用的方法來推溯構造運動。

這就是“形態分析”的目的，也就是理論地貌學的總的目的。

達到這個目的的途徑（或者說，解決這個問題的方法）瓦·彭克

是这样理解的（下面就要講到）。戴維斯把地形發育的研究庸俗化起來，人为地把它划分为兩個階段：地盤上升和隨着而來的對升起部分的剝蝕。不应把这两个作用看作是分裂的，而应看作是相互联系的。因为它們同时在大自然中消長，并不是在時間上各归各的。欲达到形态分析的目的，就不能应用过分長的階段來分析，而是应用尽可能短的阶段來分析。分析小塊的上升和分析小規模的剝蝕，就能达到这个目的。

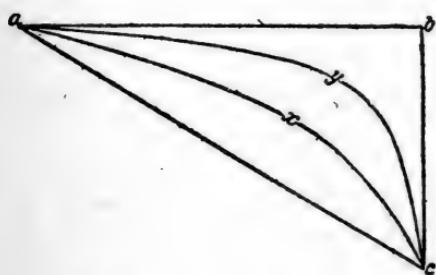


圖 61. 瓦·彭克觀念的曲線

这种方法，瓦·彭克称为微分法。他应用圖式(61)來說明这个方法的优点。

圖 61 中假說坐标 ab 和 bc 表示兩個同时進行的、均匀的作用过程，例如，內营力使地面上升，外营力使地面削低；那么，直綫 ac 就表示兩营力于整个过程中

任何阶段，特別是最終阶段的相互作用的結果。如在ab軸上註明地壳上升的数量，在bc軸上註明地壳削低的数量（搬运的結果），如兩种作用均匀地進行（即單位時間內速度不起变化），則地面高度于同一單位時間內的变化是相等的。所有表示地面高度之点（于任何一段時間內），必在直綫 ac 上。上述均匀的地面發育的結果，地面上所有的斜坡將具有直綫剖面。

但是，每段作用往往不是均匀地進行的，有时快些，有时慢些。那么，表示兩营力相互作用的綫，將成曲綫。并可能成为各式各样的曲綫（圖61的x,y）。由于內外营力因素的發展的不均匀，我們推断它們的發育過程，不能僅僅是最終阶段的發育過程，而是要推断尽可能多，尽可能短的阶段（利用微分法）的發育過程。兩种营力如果發展不平衡，它們相互作用的結果，必將变化无常。地面斜坡的縱剖面將具有复雜的形狀（可以有各种形狀，如圖 61 的 x,y）。斜坡極少呈直綫形。一般都具有复雜的形狀。研究斜坡形狀，是追溯地面發育各个局部結果的途徑。

这就是微分法的内容。

分析斜坡形状就是研究地壳运动的实际方法。直线形斜坡证明上升运动和剥蚀作用均等，凹形斜坡证明剥蚀作用大于上升运动（地形向下发育）。凸形斜坡证明上升运动大于剥蚀作用（地形向上发育）。这种分析斜坡的方法过去也有苏联人介绍过，例如 B. A. 瓦尔桑諾費耶娃，故应为苏联读者所熟知。但必须指出，瓦·彭克研究上升运动的方法，比戴维斯精细。论述的结果部分瓦·彭克的逻辑较为灵活。他认为地形发展不只有一种趋势（准平原），而是有许多可能的趋势。其中包括三个主要趋势（见上）。现在我们可以明了瓦·彭克是如何得到始类平原和终类平原的概念的（这两个不同的类平原类型，形态相似，但成因不同）。

灵活的分析使瓦·彭克避免了戴维斯所犯的错误。戴维斯把地面发育预定为幼年—壮年—老年。

不言而喻，瓦·彭克的三项式图式（见上）要求对剥蚀作用的研究抱慎重的态度。他描绘了一幅非常严整的各个部分相互联系的、剥蚀作用的图画；并采用了新的概念：块体准备①（подготовка масс）、块体运动（движение масс）、块体搬移（перенос масс）、重新显露（обновление экспозиции）等。他不但认为线条状侵蚀具有重大的意义，并如现代人士一样，认为面状冲刷也同样具有重大意义。他确立了冲积物的机械组成和斜坡坡度之间的关系。的确，冲积物的概念，在他理解起来，还不过是颗粒质点的机械混合物。土壤和风化壳的概念，对他来说还是陌生的。

对地形年龄问题加以正确的解释，是彭克假说的又一成就。在这问题上，他不赞同戴维斯的主观看法，而是站在历史地质学的立场上来研究。这一点在前面我已加以阐明并加以发展。他主张以研究相关沉积（коррелятные отложения）的方法，作为研究地形年龄的客观方法。他还认为这个方法是唯一的方法（这一点是不正确的）。他应

①依据 И. П. 格拉西莫夫院士对我们的解释，块体准备即致密岩石通过分解作用变为冲刷作用之原料的过程——审订者注。

用这个方法比起現在苏联研究者所采用的，远为簡陋。

最后，瓦·彭克的構造形态学的結論已属于近代構造形态学观点的范畴。彭克是关于大褶皺及其在地表形态形成过程中的意义这一概念的創始人之一。

我已指出过，諸如此类的概念，曾广泛地傳布在近代的構造地質学界中。瓦·彭克認為花崗岩岩基的侵入地壳是使大褶皺上升的積極因素。这种概念繼續广泛地傳布着。正面地援引彭克的觀点的文章，見于例如波爾康諾夫（А. А. Полканов）院士的某一最近著作中。

所有上述 瓦·彭克的几个 觀点，都是他对理論地貌学的莫大貢献；这个見解足以使我們把 瓦·彭克看作为國外兩大地貌学觀念之一的創始人。

可是，瓦·彭克的觀点中存在着重大的缺点。

这些缺点，必須加以說明，以便对他的整个學說，獲得一个清醒的概念。

对瓦·彭克可以并且應該提出嚴厉的批評，批評他觀点的狹窄、他的偏見和他对形成地面基本地形的錯誤解釋。

下面，依次說明他的三个缺点。

首先應該肯定，瓦·彭克的理論基礎比戴維斯的狹窄。戴維斯分析了好几个循环，而瓦·彭克只分析了一个侵蝕“循环”。戴維斯研究了海蝕循环、荒漠循环、冰川循环，而 瓦·彭克只研究侵蝕-剝蝕作用。

假使瓦·彭克对戴維斯的全部地理“循环”作一番研究，并利用它們來解决基本問題（研究內外营力的相互作用），那么他的研究基礎將会多么的寬广！

但事实上并未如此，因此，正确的評价应是：戴維斯的觀念較广泛，然而較膚淺；瓦·彭克的觀念較深刻，然而較狹窄。

第二次世界大战初期，美國地理学者为了評比这兩位地貌学泰斗的觀点，組織了一次討論会，会上提出了与此相同的意見。这次辯論会的經過情形我已在別的地方提及。

第二个缺点更嚴重。瓦·彭克創立了一个不切合实际的“山前梯地”

觀念。这个觀念曾被尊為地貌學法規，可是它的解釋太不令人滿意了。

照瓦·彭克的看法，上升着的山地的一般地形圖式应是兩旁有階狀斜坡的山穹（大褶皺）。首先值得怀疑的是：那种圖式是否是山地面貌的典型圖式。这种圖式是否牽扯到他一定的理論見解？无论如何，在許多山区中，这种圖式顯然是不符合实际的（阿尔卑斯山脉及中亞細亞山脉都如此）。

可是，这个意見还只触及山地的外貌。

除此以外，瓦·彭克对山前梯地的形成的解釋，也是錯誤的。他的看法，簡述如下。

山穹不断上升并擴大（“幅度和上升阶段的增加”，韋伯〔B. H. Be-
6ep〕于阿萊山嶺等处觀察所得）。随着上升的山穹的擴大，新的山前帶狀平地就愈來愈多。

我們設想，假使山穹的上升和擴大是均匀地，即不是飛躍式地進行的話，那么，山穹上新產生的每条帶狀平地，于每一單位時間內，將有相同的寬度，和將上升到相同的高度（和原有高度相比）。我們如采用“微分”法（見前），并如采用无限小的一个時間階段來微分，那么，“帶”的寬度和上升的相对高度，也將无限小。如將一定時間內的那样的上升量加起來，山穹將有均匀下降的兩翼，由此可見，如果上升运动均匀地進行的話，便不会形成山前梯地。可是瓦·彭克却用完全令人不解的方法得出了另外一个結論：均匀的上升运动可形成山前梯地，他并断言說（第131頁）：“我們第一个發現，断斷續續的梯地的形成是由不断的作用所造成的”。

可是，彭克的这个論点犯了邏輯上的錯誤。甚至最敬慕他的信徒，也不得不肯定这一点。

由此可見，瓦·彭克創立了一个抽象的“形态分析”的觀念。这种觀念无法应用到实际中去。他曾試用这种觀念去解釋某一种地形，企圖藉此得出一些規律，可是都失敗了。

剛才所談的瓦·彭克觀念的一般情况，不能認為已很完整。

在瓦·彭克的觀点体系內，还有第三个嚴重的邏輯上的錯誤，但

是，这个錯誤，从未被他的評述者所覈察。瓦·彭克处处認為大褶皺是構造-形态的基本結構、而認為斷層在地形中，不起重要作用。可是从他的山前梯地觀念中，实际上可得出如下的推論：既然有梯地形成，就不能不承認前后上升的速度，有飛躍式的变化。我們不可能把这种飛躍式的变化解釋为撓曲（如果坡緩），又不能解釋为斷層（如果坡陡）。但是，如果是那样的，那么山前梯地觀念使我們想到，山前梯地是被斷層分裂的，是階梯性上升的結果，而这种看法是戴維斯所贊同，瓦·彭克所反对的。如果陸地分裂成几个地塊，并沿裂縫移动，則如何談得上微分 法和微分上升运动！事实上，是 微分地進行的。可是完全不是瓦·彭克所說的微分。

作者的几个基本見解 我們獲得如下的結論：國外的理論地貌學有兩個觀念。它們在当时都有部分的進步意義，可是都有重大的缺点。对这些缺点我們不能置若罔聞。必須直率地說，近代地貌學，還沒有一个能令人滿意的觀念。

現在回顧一下苏联地貌學的情况。必須肯定，三十年來地貌學的一般理論是有進展的，并有顯著的成就。發表过許多关于地貌學的文章。在各研究所內有研究地貌學的部門，在高等学校里也有地貌學教研室。还有在各机关、各部門，都有許多地貌工作者在执行着生產的任务。兩本內容丰富的地貌學指導書籍已經出版。不能認為這兩本書只是教材而已，它們有更廣闊的意義。苏联学者在理論上，創立了一个独立的系統。可是綜合性的巨著就較少，因而苏联許多地貌工作者，不得不謀求于戴維斯和瓦·彭克的著作，虽然这些著作早已不能适应今日的任务了。

从着手寫这本书起，我就以剛才提到的見解为方針。正如讀者所見，我并不墨守成規，而是按照个人独自拟制的程序，闡述了我自己的概念。

我里我要簡單地重复提一下我所遵循的基本要旨和本書的基本原理。

必須肯定地貌學中有下述兩種情況，因此必須把地貌學理論加以根本的改造。这兩種情況是：

(1) 地貌学脱离了它有关的自然科学部門；

(2) 地貌学中还没有一个目标集中的觀念，还不能不犯戴維斯或瓦·彭克的方法上的錯誤，还不能將繁多的新旧現象与事实加以綜合。

針對这两种基本情况，著者編寫了本書。很顯然，由于許多客觀上的和主觀上的原因，本書中存在着許多缺点。第一类缺点中可以举出時間不充分的缺点，第二类缺点中有：按照在我看來是十分新穎的大綱，來綜合繁多的問題，是有困难的。

現在，依次談談上述的兩点理由，并着重指出，在本書中我是如何考慮的。

地貌学脱离了和它密切 有关的自然科学 部門，我是如何理解的呢？問題完全不在于地貌学沒有利用某个或某群事實。这样的疏漏和缺陷，現在和將來都是难免的，这固然是遺憾，但还未触及問題的本質。

使地貌学理論水平招致巨大損失的，是一貫地忽視有关的自然科学部門帶有原則性的輝煌成就，因此，它仍停滯在戴維斯或瓦·彭克的成規內。

和天文学脱离，就使地貌学的研究範圍受到人为的約制，只去研究地表小形态，并使地貌学不成为真正的地球表面形态学。很顯然，如果不考慮到星体运动（如地軸的移动、地球旋轉速度的变更等）的話，那么連小形态，也不会搞清楚（見第二篇）。

和地球物理学脱离，就使地貌学失掉了必需的理論基礎。地球物理学的問題，往往也是地貌学的問題，例如：陸地水准面和海洋水准面形成問題，大陸水平移动問題，整个造山运动問題（尤其是有关深处結構的問題），重力異常对地貌学的意义問題等等（第三篇）。

和地球化学脱离，就使地貌学者不能洞察造山运动同岩漿活動及放射性作用之間的关系，因而不能了解造山运动的實質。岩漿活動和放射性作用在今日对地貌学說來，具有莫大的意义。地球化学用研究冷縮岩基及其富集体的剥蝕階段的方法，为地貌学开闢了解决最重要的实际問題的道路。地球化学主要是苏联人創立的。創始人 B. И. 維

爾納茨基和 A. E. 費尔斯曼院士都是杰出的地理学家（第三篇和第四篇）。

和土壤学脱离，就使地貌学者失掉研究定形地形、研究風化壳及各种風化礦床的門徑。它們的分布和地形有密切关系。土壤学是俄罗斯的科学，土壤学泰斗道庫恰耶夫、涅烏斯特魯耶夫、波雷諾夫，过去和現在都教導我們，应相互关連地理解土壤演变和地形演变（第五篇和第六篇）。

和大地構造学脱离，是極大多数地貌学报告和地貌学書籍的最不可容忍的缺点。它們往往把收縮假說的旧观点，反复咀嚼。那些旧观点早已不为現代的大地構造学所承認，何况，收縮說与地面形态的形成，并无明确的关系（第三篇和第四篇）。

和水文学脱离，就使地貌学者只能“根据邏輯学的一般定理”去确立侵蝕規律和剝蝕規律。地貌学者不知道或不善于利用水文学的具体成就。他們也不善于联合水文学者來共同解决双方有关的問題。

根据各項具体理由，我指出了上述各門科学与解决地貌学基本問題的关系。

地貌学現在还繼續与上述各門科学脱离，这就使得它的內容仍限制在狭窄到不能容忍的范圍內。最主要的，是使它于分析主要問題时，失掉应有的深度和科学分析的根据。有时將某門科学的基礎擴大后，会使这門科学分裂，目标不能集中。

可是在現在的情况下，完全不是那么一回事。現在随着各門自然科学的發展，在各門自然科学之間就產生了愈來愈新的联系。人为的使地貌学从同它密切有关的自然科学部門中孤立起來，給地貌学帶來了多么巨大的損失！和各有关自然科学部門之間，必須設立密切的联系，使它們联貫起來。这样，地貌学才能接触到現代自然科学的最深奧的問題。

現在來談談第二問題，即本書的一般概念。

我所依据的原理也就是人人公認的地貌学原理，就是說：地面形态是內外营力相互作用的結果。可是要把这个原理看作是基本原理，就需要对它作一番目标集中的大力研究。

实际上，我們在地貌學中觀察到的是另一个樣子。

戴維斯用作基礎的大地構造學觀念，是不能令人滿意的。戴維斯沒有掌握研究地形的歷史方法。沒有這種方法，內外營力的相互關係，就根本無法搞清楚。戴維斯把外力作用分成幾個封閉循環來研究，不去找出它們彼此間的一般聯繫以及同內力作用的關係。他沒有把材料和概念加以組織，以求問題的解決。這種和目的相脫離的研究方法，是不可能找到所求的結果的。

瓦·彭克的學說也不能滿足一定的要求。首先，他所依靠的只是限於非常狹小的、和剝蝕-侵蝕作用有關的事實，並沒有收集為數眾多的實際材料（海蝕“循環”、冰川“循環”），加以研究。這些材料的重要性不亞於剝蝕-侵蝕作用。其次，我們也看到瓦·彭克的學說里有好几个重大的邏輯上的錯誤。這些錯誤的存在，就永不可能使這學說的創始人和他的信徒，能將已開始的研究工作進行到底。

這樣看來，目標雖已確立，可是為欲達到目標所費的力量，却組織得不得當。這種戰略，永遠不會得到滿意的結果。

為了更有效地達到預定的目標，首先必須具備下述兩個前提。

(1) 幾何地組織實際材料。要做到這一點，我們不但運用了侵蝕作用和剝蝕作用，並且運用了舉凡與海洋活動、冰川活動、風化活動有關的作用。

(2) 有目標地運用實際材料。要達到這個目的，必須重新考慮內外營力在地貌學上的本質。首先，我們要注意地球硬殼的垂直運動。現代大地構造學就認為地殼的垂直運動（升降運動）在構造作用中發生主要作用。這種情況就使我們便於解決問題，但是，對於那些參加於地形發育的岩石圈物質的運動過程，就必須加以十分詳細的縷述，因為它們在地貌學報告中描述得不確切和不正確。

這種材料構成第二篇和第三篇的內容。第二篇探討那些在行星力影響下造成的地形。第三篇則探討那些“填滿”大陸和海盆底的、在通常所理解的大地構造運動影響下造成的地形。

對外力作用的說明，必須加以澈底的修正，以便使它有助於基本問題的解決。

在外力作用影响下造成各种地形，其形成地点都是位在地球的三种地理圈的接触处，或地球的三个同心圈（A. E. 費尔斯曼）的接触处——水圈和岩石圈以及大气圈和岩石圈的接触处。这三圈的相互作用，造成地面各种基本的小形态：海蝕形态、侵蝕形态和剝蝕形态（岩石圈—水圈系統）。

在岩石圈和大气圈的作用下，地壳物質發生移动，它的方向視重力而定。重力使岩 石圈物質向地心移动。重力对外力作用 的这种作用，表現在地形的夷平和平面的形成。習慣上我們称这种平面为平原。这些平面合在一起就形成曲折起伏的面。这种平面現在我們知道有四种，对它們的了解程度，并不相同。这些平面我称之为地貌水准面：海蝕—堆積水准面、剝蝕水准面、雪綫水准面、上部剝蝕水准面。也許命名这些平面为峰面更为明晰，因为它們都是交界平面，即都是某一組外營力同內營力接触的平面。

每个地貌水准面的位置和形狀，随各該外力作用的特征而不同，各种外力的活动，都在一定范圍內發展，例如，与雪綫水准面相連的是發生在它上面的雪蝕作用与冰川的侵蝕和堆積作用。因此，每个地貌水准面虽受重力的影响，但仍有一定的高度（离地心的距离）。高度随各該作用的热力場（термо-динамическое поле）的界限而定。这就形成了同心球狀的地貌水准面的組合体。

地貌水准面有不規則的起伏，如果局部的忽略不計，所有的水准面都是垂直于力的方向的，这些力从兩個改造着地球地形的主要能源發出，即太陽能（宇宙能）和地球內能。这些水准面作同心球狀，圍繞着地球椭球体的表面。

对每个地貌水准面，我們首先要注意下述兩点：

（1）依附于地貌水准面的各种作用所造成的地形特征（海岸台地的縱断面，河流的縱断面等等）；

（2）它們的总的改造能力：例如，海蝕是否能造成平坦的海滨台地——海蝕—堆積水准面的要素。通过这些作用的研究，我們能确定每个地貌水准面的特征。这样，我們便能獲得各个地貌水准面如何分布的概念（在地壳处于靜止的条件下）。

這個問題解決以後，我們再研究古代地貌水準面的實際位置，從而找出它的形狀和高度的反常情況：上升的、下降的、變形的古代海蝕堆積面和冰磧物等等。這些變形是地球表面內力升降運動的影響的結果。

因而，從地貌水準面的起伏中可確定內外營力的相互作用。研究“充填”地貌水準面的小形態，便我們有可能領會外力作用所造成的基本地形類型。研究地貌水準面的變形是研究升降運動的幅度和標記的方法。

正如前述，地貌水準面的分類，是根據主要外力作用的性質而定的（海洋、流水的活動、雪蝕、風化作用）。這是戴維斯劃分地理循環的原則。在我的研究方法中只有這一點是與他的方法類似的。他是把發生地貌過程（循環）的場所，看作是一個挨着另一個而分布的；而我是把它們看作是一個套在另一個之上的，是垂直排列的。如果我們想研究內外營力的相互作用，這種看法是完全必要的；它使我們能夠按照任務所要求的方向去組織實際材料。

地貌水準面的概念，可見本書第三篇，即最長的一篇。這一篇的目的在於確立研究內外營力的相互作用的一般方法。

可是，相互作用有一定的延續性，只有在那個時候才有顯著的地貌學上的效果。

因此，本書第四篇的內容，就是探討研究地形年齡和發展的方法。在這一篇中，著者不得不摒棄戴維斯的有客觀價值的“年齡”概念，而擬定地形絕對年齡和地形演變的研究方法，並探討幾個有關地形年齡和地形演變問題的基本概念：承襲性、循環性、方向性、永恆性。

第五篇的內容，是探討地貌學理論同解決巨大國民經濟任務的關係。我想表明：蘇聯地貌學派的理論，和歐美地貌學派的有原則性的區別。我還想糾正一般認為地貌學只能有助於解決局部問題，而不能解決全盤問題的看法。然而，研究地貌學理論的重大問題時，必須和研究巨大的實際任務相聯繫，這對雙方說來，都是重要的和必需的。並且我所指的不是一般泛泛已明之理，而是地貌學理論。

这就是本書的基本觀念。过去習慣于水平地帶式地研究現象的地
理学者，可能要为我的作法（垂直地帶式地划分現象）而感到驚奇。
可是，这是必需的。为了解决地貌学的基本問題，为了研究內外營力
相互作用后的地貌結果，必須这样做。为了达到这个目的，應該采取
适当办法，把材料也了解是在空間的。

可是这种研究方向还只能很概略地完成地貌学的基本任务，即研
究地球內外營力于地形發育中的相互作用的任务。

这些營力的特征具有地方性的地理差異、地区的特性。

所以，这种方法只能完成地貌学的前半部研究任务，后半部分應
該是研究地貌水准面的地方性地理特征及其過程。

在正文中，我尽力指出了苏联地貌学理論的卓越成就。

書末附有每一篇的参考文献的索引。讀了这个索引后，讀者能發
現其中有許多作者是苏联人，并能对苏联学者在建立地貌科学理論方
面的巨大而实际的作用，獲得一个概念。我們对他們的作用，往往是
估計不足的。

1944年12月，我曾做过兩次关于地貌学的一般問題的報告。一次
在苏联科学院地理研究所，討論苏联地貌学的目前情况。另一次在地
震研究所，討論用地貌学方法來研究地壳运动。

第一个報告要求对地貌学的目前任务，有一个明晰的概念。要獲得
那个概念，在当时只有兩個办法：要就套用現成的欧美地貌学文章，
要就批判地与独立地重新考慮这个問題。后者所需要的研究時間大大
地超过了为我所預定的報告准备時間。因此，我所報告的只限于对欧
美地貌学狀況的評介，后来用文章体裁在1946年的“苏联地理学会会
报”上發表，并構成了本書前言一篇的第二部分的內容。第二个報告
(尚未付印)也要求討論地貌学的基本問題，即內外營力的相互关系
問題。在这个報告中，我曾扼要地談过地貌水准面的概念。

为了更慎密地探討地貌学的基本問題，我作了兩年的研究，研究
的成果構成了本書的內容。

参 考 文 献

第一篇 俄文文献

Берг Л. С. Очерки по истории русских географических открытий. М.—Л., 1946.

Бондарчук В. Г. Теория тектоногенеза. Природа, № 4, 1944.

Бубнов С. Основные проблемы геологии, перев. с нем., Л.—М., 1934.

Варсаноффъева В. А. Происхождение и строение Земли, М.—Л., Госгеолиздат, 1945.

Вернадский В. И. О иоосфере, Успехи биологии, вып. 2, 1944.

Григорьев А. А. В поисках закономерностей морфологической структуры земного шара, Проблемы физической географии, вып. 2, Л., 1935.

Дарвин Ч. О поднятии восточного берега Южной Америки. Соч., т. II, 1936.

Докучаев В. В. Способы образования речных долин Европейской России, Труды СПб. о-ва естествоиспытателей, т. 9, 1878.

Докучаев В. В. К вопросу о соотношениях между возрастом и высотой местности, с одной стороны, характером и распределением черноземов, лесных земель и солонцов — с другой. Вестн. естеств., № 1, 2, 3, 1891 г.

Докучаев В. В. Русский чернозем, изд. 1936 г.

Кропоткин П. А. Отчет об Олекминско-Витимской экспедиции с картой и профилями, Записки Русск. Геогр. о-ва по общей географии, т. 3, 1873.

Кропоткин П. А. Исследования о ледниковом периоде, вып. 1 с альбомом карт и чертежей, Записки Русск. Геогр. о-ва по общей географии, т. 7, 1876.

Ласкарев В. Д. О геоморфологическом разделении площади Европейской России, Геол. вестник, т. 2, 1916.

Ляйель Чарльз. Основные начала геологии, М., 1866.

Мазарович А. Н. География и структура, Ученые записки МГУ, География, 1936.

Марков К. К. С. Н. Никитин (1851—1909), М., 1946 (печ.).

Мушкетов И. В. Краткий отчет о геологическом путешествии по Туркестану в 1875 году, Записки СПб. минералогического о-ва, 2-я серия, ч. 12, 1877.

Мушкетов И. В. Туркестан, СПб., 1886.

Мушкетов И. В. Физическая геология, изд. 2-е, СПб., 1905.

Никитин С. Н. Предложение С. Н. Никитина об образовании при Русском Географическом обществе Гипсометрической комиссии. Изв. Русск. Геогр. о-ва, т. 34, вып. 6, 1903.

Панов Д. Г. Космические влияния в жизни Земли, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 1, 1946.

Салищев К. А. Основы картоведения. Историческая часть. М., 1943.

Семенов-Тян-Шанский П. П. История полувековой деятельности Русского Географического общества 1845—1895 гг., при содействии А. А. Достоевского, тт. 1—3, СПб., 1896.

Семенов-Тян-Шанский П. П. Мемуары, т. 2. Путешествие в Тянь-шань. М., 1946.

Соколов Н. Н. Петр Александрович Кропоткин как географ (рукопись). 1945.

Эдельштейн Я. С. Основы геоморфологии. М., 1938.

Чернобаев И. Г. Деятельность геологических учреждений за рубежом. Сов. геология, № 1, 1939.

Щукин И. С. Общая морфология суши, тт. 1—2, М.—Л., 1933—1938.

第二篇 的俄文文献

Андреев Б. А. О геологическом значении гравитационной карты Карелии, Финляндии и Ленинградской области. Материалы Центр. н.-и. Геол.-разв. ин-та. Геофизика, сб. 7, 1938.

Арган Э. Тектоника Азии, перев. с франц. М.—Л., 1935.

Архангельский А. Д. Значение гравиметрии в геологии и проблема изучения Западно-Сибирской низменности. Л., АН СССР, 1932 (Труды Юньской сессии, посвящ. проблемам Урало-Кузнецкого кембията).

Архангельский А. Д. Геология и гравиметрия, М.—Л., 1933 (Труды н.-и. Ин-та геол. и минер., вып. 1).

Архангельский А. Д. Геологическое строение и геологическая история СССР, М.—Л., 1941.

Белоусов В. В. Миграция радиоэлементов и развитие структуры Земли. Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 6, 1942.

Берг Л. С. Подводные долины, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 3, 1946.

Боголепов М. Происхождение лица Земли. Журн. геофизики и метеорологии, т. 2, вып. 1—2, 1925.

Бончковский В. Ф. Толщина земной коры, Природа, № 6, 1945.

Боук Вильям. Изостазия, перев. с англ. М.—Л., 1936.

Бубнов С. Основные проблемы геологии, перев. с нем., Л.—М., 1934.

Вегенер А. Возникновение материков и океанов, перев. с нем. 3-го изд., М.—Л., 1925 (Современные проблемы естествознания, кн. 24).

Варсанофеева В. А. Алексей Петрович Павлов и его роль в развитии геологии, изд. 2-е, М., 1947.

Вернадский В. И. О геологических оболочках Земли как планеты. Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 6, 1942.

Вернадский В. И. Очерки геохимии, изд. 2-е, М.—Л., 1934.

Вернадский В. И. О значении радиогеологии для современной геологии. В кн. Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. I, М., 1939.

Виллис Бейли. Проблема Мертвого моря. (Рифтовая или рамповая долина), перев. с англ. М.—Л., 1934 (Новые идеи в геологии).

Геоморфологическое районирование СССР, под ред. акад. А. А. Григорьева и К. К. Маркова, М.—Л., Изд. АН СССР, 1947, с картой (Естеств.-историч. районирование СССР, т. 2, вып. 1).

Герасимов А. П. Кавказская складчатость и вулканализм. Природа, № 3—5, 1922.

Герасимов И. П. Структурные и скульптурные особенности рельефа Казахстана, в кн.: Вопросы географии, сб. 1, М., 1946.

Гольдшмидт В. Геохимическое распределение и состав элементов в космосе, в кн.: Основные идеи геохимии, вып. 1, М.—Л., 1933.

Горшков П. М. Фигура Земли, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 67, вып. 2, 1935.

Горшков П. М. Гравиметрия и фигура Земли, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 3, 1946.

Григорьев А. А. В поисках закономерностей морфологической структуры земного шара, Проблемы физич. географии, т. 2, 1935.

Дискуссия по поводу гипотезы Вегенера, Zeitschr. Ges. Erdkunde zu Berlin, Н. 3—4, 1921.

Докучаев В. В. Способы образования речных долин Европейской России, Труды СПб. о-ва естествоиспытателей, т. 9, 1878.

Дэли Р. О. Изверженные породы и глубины Земли, Л.—М., 1936.

Калецкая М. С., Матвеев С. Н. и Авсюк Г. А. Горы юго-восточного Казахстана, Алма-Ата, 1945.

Карпинский А. П. О правильности в очертаниях, распределении и строении континентов, Горный журнал, т. 1, 1888. То же. Собр. соч., т. 2, М.—Л., 1939.

Карпинский А. П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России, Изв. Акад. наук СССР, № 1, 1894. То же, Собр. соч., т. 2, М.—Л., 1939.

Красовский Ф. Н. Современные задачи и развитие градусных измерений, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 3, 1941.

Линдберг Г. У. Геоморфология дна окраинных морей Восточной Азии и распространение пресноводных рыб, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 3, 1946.

Лицков Б. Л. О современной геологической эпохе, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 3, 1941.

Лицков Б. Л. О горных денудационных поверхностях и их происхождении, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 4, 1945.

Лицков Б. Л. Карпинский и современность, М.—Л., 1946.

Ломоносов М. В. Первые основания металлургии или рудных дел. Прибавление второе. О слоях земных, 1763 г., Изд. АН СССР, т. VII, 1934.

Марков К. К. В. М. Дэвис и В. Пени. Дискуссия у американских географов, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 3, 1945.

Марков К. К. (К. М.). Обсуждение в американской печати проблемы горизонтального движения (дрифта) материков, в кн.: Вопросы географии, сб. 1, М., 1946.

Марков К. К. О горных денудационных поверхностях и их происхождении, в кн.: Вопросы географии, сб. 3, М., 1947.

Мартони Э. Основы физической географии, т. 3, Биогеография, М., Учпедгиз, 1940.

Михайлов А. А. Курс гравиметрии и теории фигуры Земли, Изд. 2-е М., 1939.

Обручев В. А. Пульсационная гипотеза геотектоники, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 1, 1940.

Обручев В. А. Страницы из моей жизни, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 3, 1946.

Орлов А. Я. Движение земного полюса по наблюдениям широты в Пулкове, Гриниче, Вашингтоне и на 3-х международных станциях с 1915. 8 по 1928. О. Бюлл. Гос. астр. ин-та им. Штернберга, № 7, 1941.

Павлов А. П. О рельефе равнин и его изменениях под влиянием работы подземных и поверхностных вод, Землеведение, 1898, кн. 3—4.

Павлов А. П. Некоторые данные по тектонике притиманской части Печорского края, Ежегодник геол. и минер. России, т. 11, вып. 1—3, 1909.

Павловский Е. В. Байкальская об. Байкал, Природа, № 3, 1941.

Парийский П. П. Изменение длины суток и деформация Земли, Астрономич. журн., т. 22, вып. 2, 1945.

Пейве А. В. Глубинные разломы в геосинклинальных областях, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 5, 1945.

Панов Д. Г. Геоморфология моря, ее задачи и проблемы, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 75, вып. 5, 1943.

Тетяев М. М. Основы геотектоники, Л.—М., 1934.

Усов М. А. Структурная геология, М.—Л., 1940.

Шатский Н. С. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеноносной области и смежной части западного склона Южного Урала, М., 1945. Материалы к познанию геологического строения СССР, новая серия, вып. 2 (6).

Шатский Н. С. Гипотеза Вегенера и геосинклиналии, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4, 1946.

Штабуд Р. Механизм движений земной коры в приложении к строению земных горных систем, перев. с нем., Л.—М., 1938.

Шульц С. С. О новейшей тектонике Тайь-шана, в кн.: Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. 2, М., 1939.

Щербакова Е. М. Геоморфология долины р. Чулышман—Телецкое озеро—р. Бия (рукопись), 1946.

Энгельс Ф. Диалектика природы, изд. З-е, М.—Л., 1930.

第三篇 的俄文文献

Акулов К. А. и Великанов М. А. Краткое изложение теорий движения речного потока и методы выправления рек, М., 1928.

Аполлов Б. А. и Самойлов И. В. Исследование уровней Каспийского моря, в кн.: Вопросы географии, сб. 1, М., 1946.

Белоусов В. В. Фаций и мощности осадочных толщ европейской части СССР, Труды Ин-та геол. наук, вып. 76, геол. серия, № 23, 1944.

Берг Л. С. Основы климатологии, изд. 2-е, Л., 1938.

Богданович К. И. Заметка о восточной окраине Памира и долине Тююна. (Письмо И. В. Мушкетову.) Изв. Русск. Геогр. о-ва, т. 25, вып. 5, 1889.

Брегман Г. Р. Геодезические высоты в связи с проблемой уровня Каспия, Метеорол. и гидрол., 1947, Информ. сб. № 1.

Вадиа Д. Н. Тектоника Северной Индии, в кн.: Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. 2, М., 1939.

Варсанофьев В. А. Геоморфологические наблюдения на Северном Урале. Изв. Гос. Геогр. о-ва, т. 64, вып. 2, 1932.

Вегенер А. Возникновение материков и океанов, перев. с нем. З-го изд., М.—Л., 1925 (Современные проблемы естествознания, кн. 24).

Великанов М. А. Гидрология суши, изд. З-е, М.—Л., 1937.

Великанов М. А. К постановке проблемы русловых процессов, Метеорол. и гидрол., 1946, Информ. сборник, № 3.

Великанов М. А. Русловые процессы в освещении классиков гидрологии, в кн.: Проблемы геоморфологии. Труды Ин-та географии АН СССР (в печати).

Верещагин Г. Ю. Положительные и отрицательные движения береговой линии на оз. Сегозере, Труды Олонецкой научной экспедиции, ч. 3, Геология, вып. 1, 1926.

Вернадский В. И. Очерки геохимии, Изд. 2-е, М.—Л., 1934.

Вернадский В. И. История минералов земной коры, т. 2. История природных вод, ч. 1, вып. 1, 2, 3, Л., 1933—1936.

Виллис Бейли. Проблема Мертвого моря. (Рифтовая или рамповая долина), перев. с англ., М.—Л., 1934 (Новые идеи в геологии).

Волин А. В. Третий сток в скорость эрозии, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 5, 1946.

Геоморфологическое районирование СССР, под ред. акад. А. А. Гри-

горьева и К. К. Маркова, М.—Л., Изд. АН СССР, 1947, с картой (Естеств.-истор районирование СССР, т. 2, вып. 1).

Герасимов И. П. Каспийское море в четвертичный период, в кн.: Труды 2-й международной конференции Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы, вып. 3, Л.—М., 1933.

Герасимов И. П. и Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР, Труды Ин-та географии АН СССР, т. 33, 1939.

Горецкий Г. И. Из наблюдений над молодыми террасами среднего течения реки Чусовой, в кн.: Проблемы геоморфологии, Труды Ин-та географии АН СССР (в печати).

Гуссак В. Б. Изучение процессов смыва и эрозии в лотке. Поч-воведение, № 1, 1946.

Дементьев В. А. Материалы по методике комплексного геоморфологического изучения речных террас, Изв. Гос. Геогр. о-ва, т. 70, вып. 4—5, 1938.

Дубянский А. и Скоркин А. Геология и подземные воды северной части Воронежской области, вып. 1—3, Воронеж, 1939.

Зайков Б. Д. Водный баланс Каспийского моря в связи с причинами понижения его уровня, Л., 1946 (Труды и-и. учрежд. Гидрометслужбы, серия IV, вып. 38).

Зенкович В. П. Типы и генезис рельефа дна морей европейской части СССР, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 4, 1938.

Зенкович В. П. К вопросу о выработке рельефа подводной береговой платформы, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 2, 1940.

Зенкович В. П. Динамика и морфология морских берегов, ч. I. Волновые процессы, М., 1946.

Калецкая М. С., Матвеев С. Н. и Аксюк Г. А. Горы юго-восточного Казахстана, Алма-Ата, 1945.

Карбасников М. Н. О высоте береговой линии межледникового моря и бассейне р. Сев. Двины, в кн.: Труды Советской секции АИЧПЕ, вып. 3, Л.—М., 1937.

Карпинский А. П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России, в его кн.: Очерки геологического прошлого Европейской России, М.—Пг., 1919 (впервые напечатано в 1894 г.).

Коненков Д. М. Четвертичные и неогеновые отложения в связи с историей формирования долины р. Дона, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 21 (2), 1946.

Кузнецов С. С. Попытка геоморфологического расчленения Закавказья, Изв. Гос. Геогр. о-ва, № 3, т. 70, вып. 3, 1938.

Лахтин. В. О механизме речного русла. Казань, 1895.

Личков Б. Л. Геосинклинали и великие наземные аллювиальные равнины, Изв. Акад. наук СССР, Отдел мат. и ест. наук, № 7, 1932.

Личков Б. Л. Об эпирогенных движениях на Русской равнине, Труды Геоморфологич. ин-та, вып. 10, 1934.

Личков Б. Л. О горных денудационных поверхностях и их происхождении, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 4, 1945.

Мазарович А. Н. О ритме в истории Земли, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 18 (4—6), 1940.

Макареев П. И. и Советов В. С. Трассирование землечерпательных прорезей на перекатах равнинных рек Европейской части СССР, Труды Центр. и-и. Ин-та речного флота, вып. 3, 1940.

Макеев П. С. К вопросу об образовании речных аккумулятивных террас, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 73, вып. 2, 1941.

Марков К. К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области, Труды Главн. геол.-разв. упр., вып. 117, 1931.

Марков К. К. Геоморфологический очерк Памира, Труды Ин-та географии АН СССР, вып. 17, 1937.

Марков К. К. Эрозия ледников и рельеф гор, Проблемы физич. географии, т. 10, 1941.

Марков К. К. Древняя снеговая граница как показатель новейшего поднятия гор, Проблемы физики, географии, т. 11, 1942.

Марков К. К. О горных денудационных поверхностях и их происхождении, Вопросы географии, сб. 3, М., 1946.

Марков К. К. Развитие основных геоморфологических представлений за последние 25 лет, Труды Комиссии по изуч. четвертичного периода АН СССР (в печати).

Марков К. К. О происхождении морен в горах, Ученые записки МГУ, вып. 119, География, 1947.

Никитин С. Н. Общая геологическая карта России, лист 57-й, Труды Геол. комитета, т. V, № 1, 1890.

Николаев Н. И. и Поляков Б. В. Эпейрогенические движения в Северном Прикаспии и значение кривой русла рек для их установления, Проблемы сов. геологии, № 3, 1937.

Ог Э. Геология, перев. с франц., изд. 7-е, М.—Л., 1938.

Петровович Ю. А. К вопросу о распространении ергенинских песков, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 13 (2), 1935.

Пиотровский М. В. К изучению основных черт рельефа Нижнего Поволжья, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 2, 1945.

Поляков Б. В. Гидрология бассейна р. Дона. Ростов-на-Дону, 1930.

Православлев П. А. Кривая русла и современный базис эрозии р. Н. Волги, Труды Ленингр. о-ва испыт. природы, т. 51, вып. 4, 1926.

Танфильтев Г. И. География России, Украины и примыкающих к ним с запада территорий в пределах России 1914 года, ч. 2, вып. 1, Рельеф Европейской России и Кавказа, Одесса, 1922.

Тиндалль Дж. Альпийские ледники, СПб., 1866.

Шульц С. С. О новейшей тектонике Тянь-шаня, в кн.: Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. 2, М., 1939.

Шульц С. С. О складчатых деформациях четвертичных отложений в Тянь-шане, Изв. Гос. Географ. о-ва, т. 69, вып. 5, 1937.

Шумский П. А. Энергия оледенения и жизнь ледников, М., 1947.

Шумский П. А. Современное оледенение Советской Арктики (в печати).

Эдельштейн Я. С. К учению о циклах эрозии, Почвоведение, № 1—2, 1925.

Эштейн С. В. Геологические исследования в Челябинско-Троицком районе восточного склона Урала, Труды Всес. геол.-разв. общед. вып. 187, 1932.

第四篇 的 俄文文献

Архангельский А. Д. Геологическое строение и геологическая история СССР, в кн.: Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. 2, М., 1939.

Асаткин Б. П. (при уч. Л. А. Верейского). Древнейшие слои среднего девона Ленинградской области, Изв. Ленингр. геол.-гидро-геодез. треста, вып. 3, 1934.

Батурина В. П. Палеогеография по терригенным компонентам, Баку, 1937.

Борисяк А. А. Теория геосинклиналей, Изв. Геол. комитета, т. 43, № 1, 1924.

Борисяк А. А. Курс исторической геологии, изд. 4-е, Л.—М., 1935.

Бубнов С. Основные проблемы геологии, перев. с нем., Л.—М., 1934.

Бурачек А. Р. Геоморфология Южнотаджикской депрессии, в кн.: Труды Таджикской комплексной экспедиции 1932 г., вып. 4, Л., 1934.

Варданьянц Л. А. О четвертичной истории Кавказа, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 65, вып. 6, 1933.

Вернадский В. И. Очерки геохимии, Изд. 2-е, М.—Л., 1922.

Геологическая карта Центральной и Южной части Средней Азии в масштабе 1:750 000, 1941.

Геология СССР, т. 12. Урал, ч. I. Геологическое описание, М., 1944.

Гинзбург И. И. (с соавторами). Древняя кора выветривания на ультраосновных породах Урала, ч. I, Типы и морфология древней коры выветривания, Труды Ин-та геол. наук, вып. 80, 1946.

Думитрашко Н. В. О древности рельефа юга Восточной Сибири, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 5, 1940.

Личков Б. Л. О ритме изменений земной поверхности в ходе геологического времени, Природа, № 4, 1941.

Личков Б. Л. О современной геологической эпохе, Изв. Акад. наук СССР, № 3, 1941.

Лунсгергаузен Л. Ф. Этапы развития Днепровско-Донецкой впадины, Доклады Акад. наук СССР, т. 22, № 6, 1939.

Мазаревич А. Н. О ритме в истории Земли, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 18 (5—6), 1940.

Марков К. К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области, Труды Всес. геол.-разв. общед., вып. 117, 1931.

Мирчиник Г. Ф. Основные закономерности развития земного лика, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 18 (3—4), 1940.

Наливкин Д. В. Об условиях образования древних немых толщ западного склона Южного Урала, Изв. Всес. геол.-разв. общед., т. 50, вып. 70, 1931.

Неуструев С. С. Почвы и циклы эрозии, Геогр. вестник, т. 1, вып. 2—3, 1922.

Никитин С. Н. (совместно с Н. Ф. Погребовым). Бассейн Оки. Исследования Гидрогеологического отдела за 1894—1898 гг., вып. 2. СПб., 1904 (Труды Экспедиции по исследованию источников главнейших рек Европейской России).

Николаев Н. И. О четвертичных тектонических движениях в возрасте рельефа Центрального Кавказа и Предкавказья, Доклады Акад. наук СССР, т. 30, № 1, 1941.

Обручев В. А. Юные движения на древнем темени Азии, Природа, № 8—9, 1922.

Павловский Е. В. Впадина оз. Байкал, Изв. Акад. наук СССР, № 2, 1937. См. также Природа, № 3, 1941.

Пейве А. В. О «законе» инверсии в геологии Кавказа, Сов. геол., № 4, 1941.

Пермяков Е. Н. К познанию геологической истории района Жеттулевского купола, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 13 (4), 1935.

Полынов Б. Б. Кора выветривания, т. I, Л., Изд. АН СССР, 1934.

Пустовалов Л. В. Условия осадкообразования в верхнепермскую эпоху, Проблемы сов. геол., № 11, 1937.

Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород ч. I, глава VII, М.—Л., 1940.

Соболев Д. Н. К тектонике Днепровско-Донецкой мульды, Сов. геол., № 1, 1941.

Соколов Н. И. К вопросу о тектонике Самарской луки. Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 15 (3), 1937.

Стражов Н. М. Геологические условия возникновения гиперогенных железных руд внутри климатически благоприятных для них зон. Сов. геол., № 1, 1941.

Тихонович Н. Н. Структурные черты Тимано-Уральской нефтесной провинции. Сов. геол., № 1, 1941.

Хабаков А. В. Доюрский рельеф и древняя кора выветривания в южной части Южного Урала. Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 67, вып. 2.

Шатский Н. С. О неокатастрофизме. Проблемы сов. геол., № 7, 1937.

Шокальская З. Ю. Почвенная карта Африки, 1943.

Шукина Е. Н. К истории развития современного рельефа верхнего плеса долины р. Иртыша, в кн.: Материалы по геологии Рудного Алтая, М.—Л., Изд. АН СССР, 1940.

Эдельштейн Я. С. К вопросу о «древнем темени Азии», в кн.: Труды юбилейной сессии Ленинградского университета, Л., 1946.

第五篇 的俄文文献

Башарович Л. Д., Бунин М. В., Тужиков В. А. Булашское месторождение каменного угля в мезозое на Урале. Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4—5, 1945.

Бетехтин А. Г. О генетических типах марганцевых месторождений. Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4, 1944.

Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. Л.—М., 1938.

Брод И. О. Об условиях залегания нефти и газа в известковых поднятиях. Вестн. Моск. унив., № 1, 1946.

Воларович Г. П. Перспективы расширения золотоносных районов Союза ССР. Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 2, 1944.

Волин А. В. Твердый сток и скорость эрозии. Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 5, 1946.

Волков А. П. Условия залегания и генезис тихвинских бокситов, в кн.: Труды Конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия. М.—Л., 1937.

Геоморфологическое районирование СССР, под ред. акад. А. А. Григорьева и К. К. Маркова. М.—Л., Изд. АН СССР, 1947, с картой (Естеств.-истор. районирование СССР, т. 2, вып. I).

Гурецкий Г. И. Неогеновые и четвертичные отложения района Средней Камы между устьем Вишеры и городом Боровском (рукопись), 1945.

Горецкий Г. И. Из наблюдения над молодыми террасами среднего течения реки Чусовой, в кн.: Проблемы геоморфологии, Труды Ин-та географии АН СССР (в печати).

Горский И. И. Геотектонические условия формирования угольных месторождений Урала и связанные с ними особенности геологического строения месторождений. Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4—5, 1943.

Губкин И. М. Учение о нефти. М., 1932.

Гунбина Т. Н. Мелкомасштабное гипсометрическое картографирование СССР, в кн.: XX лет советской геодезии и картографии 1919—1939 гг. Сбор статей. т. 2, М., 1939.

Гуссак В. Б. Изучение процессов смыва и эрозии в лотке, Почвоведение, № 1, 1945.

Закон о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг., М., 1946.

Козменко А. С. Предварительный отчет об опеноочно-гидрологических исследованиях Тульской губернии, произведенных в 1911 году. Тула, 1912.

Кротов Б. П. (с соавторами). Железные месторождения азапаевского типа на восточном склоне Среднего Урала и их генезис. Труды СОПС АН СССР, серия уральская, вып. 4, 1936.

Кротов Б. П. Закономерности распределения на Урале комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых руд категорий выветривания, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 2, 1945.

Личков Б. Л. Реки и генезис каустобиолитов, Труды Геоморфологич. ин-та АН СССР, вып. 10, 1934.

Николаев Н. И. Опыт построения классификаций физико-геологических процессов и явлений, имеющих инженерное значение, в кн.: Вопросы географии, сб. 4, М., 1947.

Панков А. М. Нормальная денудация и эрозия почв, в кн.: Эрозия почв, М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.

Поляков Б. В. Определение величины стока наносов в целях установления срока залегания водохранилищ, Записи Гос. гидрол. ин-та № 10, 1933.

Пустовалов Л. В. Петрография ссадочных пород, т. 1, М.—Л., 1940.

Ренгартен В. П. Марганцевоносные палеогеновые отложения Северного Урала, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4, 1944.

Рихтер Г. Д. Геоморфологическая карта европейской части СССР м. 1:2500000, в кн.: XX лет советской геодезии и картографии, 1919—1939 гг. Сбор. статей, т. 2, М., 1939.

Саваренский Ф. П. Влияние Куйбышевского строительства на направление геологических процессов в районе водохранилища, Вестн. Акад. наук СССР, № 8—9, 1940.

Соболев С. С. Карта глубины эрозии УССР и некоторые вытекающие отсюда вопросы, Проблемы сов. почвоведения, сб. I, 1936.

Соболев С. С. Опыт почвенно-эрэзионного районирования Европейской равнины Союза ССР, Проблемы сов. почвоведения, сб. II, 1940.

Страхов Н. М. Геологические условия возникновения гиперогенных железных руд внутри климатически благоприятных для них зон, Сов. геол., № I, 1941.

Труды Конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия, М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.

Ферсман А. Е. Перспективы распространения полезных ископаемых на территории Союза, 1932.

Ферсман А. Е. Геохимия, т. 2, Л., 1934.

Филиппов Ю. В. Основы генерализации рельефа на топографических картах, Труды Центр. г.-и. Ин-та геодезии, аэрофотосъемки и картографии, вып. 47, 1946.

Флеров Н. К. и Усова А. А. Руководство по эксплоатации геологии россыпей, М., 1941.

Яншин А. Л. Условия залегания и генезис бокситов Южного Урала, Казахстана и Восточной Сибири, в кн.: Труды Конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия, М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.

第六篇 的俄文文献

Берг Л. С. Значение трудов В. И. Вернадского для географии, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 1—2, 1945.

Бондаренко Б. Вильям Morris Девис. Землеведение, т. 36, вып. 1—4, 1934.

Марков К. К., В. М. Девис и В. Пенк Дискуссия у американских географов, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 3, 1945.

Марков К. К. Геоморфологические методы изучения вертикальных движений земной коры, в кн.: Труды Сейсмологической конференции АН СССР (в печати).

第一篇 的 外 文 文 献

Baulig H. La notion de profil d'équilibre: histoire et critique
в кн.: Congrès International de Géographie, Le Caire, 1925, Compte Rendu,
т. 3, Le Caire, 1926.

Berthaut H. Topologie. Étude du terrain, т. 1—2, Service géographique
de l'armée, Paris, 1909—1910.

Davis W. M. Die erklärende Beschreibung der Landformen, 2-te
Aufl., Leipzig—Berlin, 1924.

Engel O. D. Geomorphology, systematic and regional, New
York, 1942.

Gilbert G. K. Report on the geology of the Henry Mountains,
Washington, 1877.

Gilbert G. K. Lake Bonneville. United States Geological Survey,
Monographs, I, Washington, 1890.

Hinds N. S. Geomorphology. The evolution of landscape, New York,
1943.

Delanay J. La science géologique. Ses méthodes, ses résultats,
ses problèmes, son histoire, Paris, 1913.

Maul O. Geomorphologie, Leipzig u. Wien, 1938.

De la Noë et de Margerie E. Les Formes du terrain.
Service géographique de l'armée, Paris, 1888.

Penck A. Die Morphologie der Erdoberfläche, Bd. 1—2, Berlin, 1894.

Powell J. W. Exploration on the Colorado River of the West and
its tributaries, Washington, 1875.

Powell J. W. Eighth Annual Report of the U. S. Geological Survey,
Part I, Washington, 1889.

第二篇 的 外 文 文 献

Bucher W. H. Versuch einer Analyse der grossen Bewegungen der
Erdkruste, Geol. Rundschau, Bd. 30, H. 3—4, 1939.

Clloos H. Hebung—Spaltung—Vulkanismus. Elemente einer geo-
metrischen Analyse irdischer Grossformen, Geol. Rundschau, Bd. 30, Zwi-
schenheft 4-a, 1939.

Davis W. M. The bearing of Physiography upon Suess Theories,
Amer. Journ. Sci., vol. 19, № 112, 1905.

Davis W. M. A Journey across Turkestan, в кн.: Explorations in
Turkestan, Washington, 1905.

Engeln O. D. Geomorphology, systematic and regional, New York,
1942.

Gilbert G. K. Report on the geology of the Henry Mountains, Was-
hington, 1877.

Gilbert G. K. Lake Bonneville. United States Geological Survey
Monographs, I, Washington, 1890.

Faermann E. Die Oszillationstheorie. Eine Erklärung der Kru-
stenbewegungen von Erde und Mond, Stuttgart, 1930.

Heim A. Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung,
Basel, 1878.

Kossina E. Die Erdoberfläche, в кн.: Handbuch d. Geophysik
herausg. v. B. Gutenberg, Bd. 2, Berlin, 1933.

Köber L. Tektonische Geologie, Berlin, 1942.

Kossmat F. Paläogeographie und Tektonik, 1937.

Machatschek F. Das Relief der Erde, Bd. 1, Berlin, 1937.

Milanovitsch M. Der Mechanismus der Polverlegungen und
die daraus sich ergebenden Polschwankungen, Gerlands Beiträge zur Geo-
physik, Bd. 42, H. 1, 1934.

Pavlov A. P. Essai de reconnaître l'ère préarchéenne dans l'histoire

de la terre et son influence sur l'évolution interieure du géoïde, Bull. Soc. des Natur. de Moscou, t. 31, 1922.

Penck A. Die Morphologie der Erdoberfläche, Bd. 1—2, Berlin, 1894.

Penck W. Die morphologischen Analyse. Ein Kapitel der physikalischen geologie, Stuttgart, 1924 (Geographische Abhandlungen, 2-te Reihe, H. 2).

Pickering. The Place of Origin of the Moon, Journ. Geology, vol. 15, 1907.

Schmittbennner H. Die grossen Typen der Orographie, des Baues und der Bodengestaltung, Geogr. Zeitschr., Jg. 42, H. 2, 1936.

Suess E. Die Entstehung der Alpen, Wien, 1875.

Suess E. Das Antlitz der Erde, Bd. 1, Prag u. Leipzig, 1885.

Wurm A. Grosformen der Landschaft. Geol. Jahresber., 1, 1938.

第三篇 的 外 文 文 献

Bauchin O. Die Erosion und ihre untere Grenze, Petermanns Mitteilungen, Jg. 65, 1919.

Baulig H. La notion de profil d'équilibre: histoire et critique, в кн.: Congrès International de Géographie, Le Caire, 1925, Compte Rendu, t. 3, Le Caire, 1926.

Baulig H. The Changing sea level, London, 1935 (The Inst. of British Geographers, Publication № 3).

Chaput E. Les principales phases de l'évolution de la valée de la Seine, Annales de Géographie, t. 36, № 200, 1927.

Clozier R. Les profiles en long des cours d'eau français, Annales de Géographie, t. 47, № 269, 1938.

Davis W. M. Baselevel, grade and peneplain, Journ. of Geology, vol. 10, № 1, 1927.

Davis W. M. The cycle of erosion and the Summit level of the Alps, Journ. of Geology, vol. 31, № 1, 1923.

Davis W. M. Die erklärende Beschreibung der Landformen, 2-te Aufl., Leipzig—Berlin, 1924.

Dobrovolski A. B. Historja naturalna Iodu, Warszawa, 1923.

Dubois G. Les méthodes de recherches dans l'étude des anciennes lignes de rivages quaternaires, в кн.: Compte Rendu du Congrès International de Géographie, Paris, 1931, t. 2, Paris, 1933.

Heim A. Handbuch der Gletscherkunde, Stuttgart, 1885.

Heim A. Die Gipfelflur der Alpen. Neujahrsblatt hrsg. von der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1927. 129 Stück, Zürich, 1927.

Heim A. The Glaciation and solifluction of Minya Gonkar, Geogr. Journ., vol. 87, № 5, 1936.

Hernandez-Pacheco Ed. Le problème des terrasses pliocènes et pléistocènes en 1931, в кн.: Compté Rendus du Congrès International de Géographie, Paris, 1931, t. 2, Paris, 1933.

Hettner A. Die Oberflächenformen des Festlandes, 2-te Aufl., Leipzig u. Berlin, 1928.

Horton R. E. Erosional development of Streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology, Bull. Geol. Soc. of America, 1945, March. (см. реферат Д. Л. Арманд, Роберт Е. Хортон. Эрозионное развитие потоков и их водосборных бассейнов; гидрофизический подход к количественной морфологии, в кн.: Вопросы географии, сб. 4, М., 1947).

Johnson D. W. Shore processes and shoreline development, New York—London, 1919.

Johnson D. W. Plains, planes and peneplanes, The Geogr. Review, vol. 1, 1916.

Johnson D. W. The Correlation of ancient marine levels, в кн.: Compte Rendu du Congrès International de Géographie, Paris, 1931, т. 2, Paris, 1933.

Jovanovic P. S. Les profils fluviatiles en long. Leurs formes et leur genèse. Essai des méthodes mophogeniques nouvelles, Paris, 1940.

Le Danois E. Les transgressions océaniques Revue d. Travaux de l'Office des pêches maritimes, 1934, т. 7, fasc. 4.

Levy F. Die Gipfelflur der westlichen Ostalpen, Petermann's Mitteilungen, Jg. 67, 1921. April—Mai.

Lichtenegger W. Die gegenwärtige und die eiszeitliche Schneegrenze in den Ostalpen, в кн.: Verhandlungen der III Internationalen Quartärkonferenz, Wien, 1933.

Machatschek F. Gletscher und Eiszeitstudien im westlichen Tian-Schan, в кн.: Verhandlungen des XVIII Deutschen Geographentages zu Innsbruck 1912, Berlin, 1912.

Machatschek F. Neuere morphologische Untersuchungen in den Alpen, Journ. Geomorphology, vol. 2, № 1, 1939.

De Martonne E. Raport sur les travaux de la Commission pour la Cartographie des surfaces d'aplanissement, в кн.: Compte Rendu du Congrès International de Géographie, Varsovie, 1934, т. 2, Varsovie, 1936.

Meunier A. Carte de la surface d'erosion éogene dans le sud-ouest du Massif Central de la France, в кн.: Compte Rendu du Congrès International de Géographie, Varsovie, 1934, т. 2, Varsovie, 1936.

Morawetz R. Reliefsenergie und Vergletscherung in der Nanga Parbat Gruppe, Zeitschr. f. Gletscherkunde, Bd. 26, H. 3—4, 1939.

Penck A. Über die Denudation der Erdoberfläche, Schriften d. Vereins zur Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse, Bd. 27, Wien, 1886—1887.

Penck A. Das Endziel der Erosion und Denudation, в кн.: Verhandlungen des VIII Deutschen Geographentages zu Berlin, 1889.

Penck A. Die Morphologie der Erdoberfläche, Bd. I, Berlin, 1894.

Penck A. Die Gipfelflur der Alpen, Sitzungsber. Preuss. Akad. Wissenschaft., Math.-phys. Klasse, I, 1919.

Penck A. Das Antlitz der Alpen, Die Naturwissenschaften, Jg. 12, H. 47, 1924.

Penck A. Theorie der Bewegung der Strandlinie, Sitzungsber. Preuss. Akad. Wissenschaft. math.-phys. Klasse, XVIII—XX, 1934.

Penck A. Neue deutsche Hochgebirgsforschung. Zeitschr. Ges. Erdkunde zu Berlin, H. 7—8, 1936.

Penck W. Die morphologische Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie, Stuttgart, 1924 (Geographische Abhandlungen, 2-te Reihe, H. 2).

Philipsson A. Ein Beitrag zur Erosionstheorie, Petermann's Mitteilungen, Jg. 32, 1886.

Powell J. W. Exploration of the Colorado River of the West and its tributaries, Washington, 1875.

Ramsay W. On relation between crustal movements and variations of sea-level during the late-quaternary time, especially in Fennoscandia Bull. Commission Géologique de Finlande, № 66, 1924.

V Richthofen F. Führer für Forschungsreisende, Hannover, 1885.

Sauramo M. The mode of the land upheaval in Fennoscandia during late-quaternary time, Bull. Commission Géologique de Finlande, № 125, 1939.

Sederholm J. J. Über die Bodenkonfiguration des Päijänne-Sees, Bull. Commission Géologique de Finlande, № 100, 1932.

Sharp R. C. Pleistocene glaciation in the Ruby-East Humboldt Range, Northeastern Nevada, Journ. Geomorphology, vol. 1, № 4, 1938.

Soergel W. Diluviale Flussverlegungen und Krustenbewegungen, Fortschritte der Geologie und Paläontologie, H. 5, 1923.

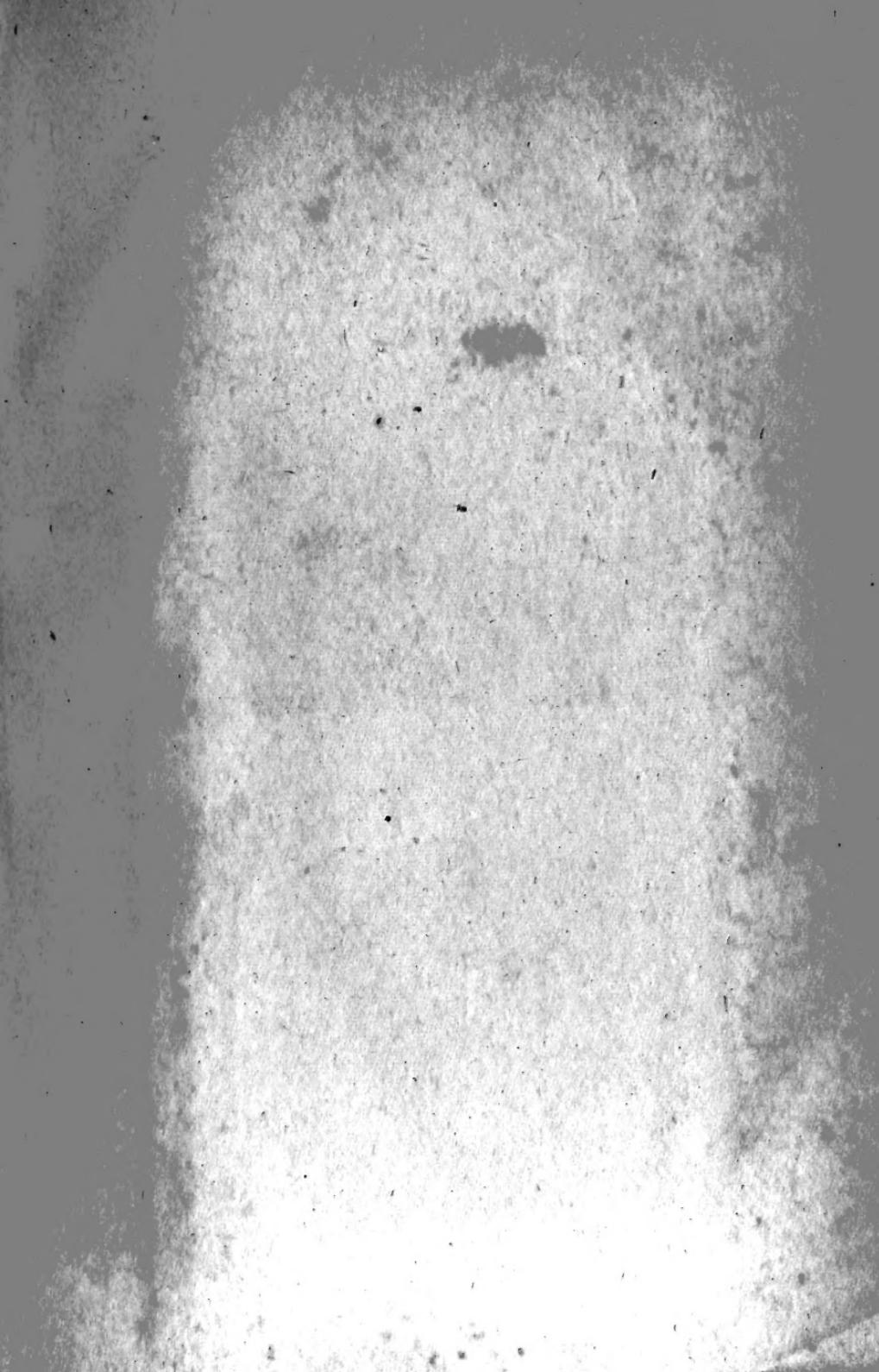
Suess E. Das Antlitz der Erde, Bd. 2, Prag u. Leipzig, 1888.
 Surell A. Etudes sur les torrents de Hautes Alpes, t. 1—2, Paris, 41. То же, изд. 2-е, Paris, 1872.
 Thorarinsson S. Present glacier shrinkage and the eustatic changes of sea-level, Geografiska Annaler, Bd. 22, H. 3—4, 1940.

第四篇的外文文献

Davis W. M. The Geographical cycle, Geogr. Journ., vol. 14, № 5, 1899.
 Davis W. M. Die erklärende Beschreibung der Landformen, 2-te Aufl., Leipzig—Berlin, 1924.
 Penck A. Die Morphologie der Erdoberfläche, Ed. 1, Berlin, 1894
 Suess E. Das Antlitz der Erde, Bd. 1, Prag u. Leipzig, 1885.
 Willis B. Principles of paleogeography, Science, vol. 18, 1910.

第六篇的外文文献

Davis W. M. Die erklärende Beschreibung der Landformen, 2-te Aufl., Leipzig—Berlin, 1924.
 Davis W. M. Piedemont benchlands and Primärrumme, Bull. Geol. Soc. of America, Vol. 43, June, 1932.
 Penck W., Die morphologischen Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie, Stuttgart, 1924 (Geographische Abhandlungen, 2-te Reihe, H. 2).







S0013622

BG 653 K.K. 等科大著
50.15
地質學及其應用

57.15

447

書号 BG 653

登記號

统一书号：13038·138

定 价：1.70 元